

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PATRÍCIA BOURGUIGNON SOARES

**INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA & INOVAÇÃO:
ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA ÁREA
DE CONHECIMENTO EM ENGENHARIA CIVIL NA BASE DE DADOS
DA WEB OF SCIENCE**

VITÓRIA
2014

PATRÍCIA BOURGUIGNON SOARES

**INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA & INOVAÇÃO:
ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA ÁREA
DE CONHECIMENTO ENGENHARIA CIVIL NA BASE DE DADOS DA
WEB OF SCIENCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, Dr. Ing.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Teresa Cristina Janes Carneiro.

VITÓRIA
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S676i Soares, Patrícia Bourguignon, 1980-
Indicadores de Ciência, Tecnologia & Inovação : análise da produção científica e tecnológica da área de conhecimento em Engenharia Civil na Base de Dados da Web of Science / Patrícia Bourguignon Soares. – 2014.
136 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.
Coorientador: Teresa Cristina Janes Carneiro.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Engenharia civil. 2. Construção civil – Tecnologia. 3. Publicações científicas – Indicadores. 4. Bibliometria. 5. Pesquisa e desenvolvimento. I. Gama, João Luiz Calmon Nogueira da. II. Carneiro, Teresa Cristina Janes. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 624

PATRÍCIA BOURGUIGNON SOARES

**INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA & INOVAÇÃO:
ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA
ÁREA DE CONHECIMENTO ENGENHARIA CIVIL NA BASE DE
DADOS DA WEB OF SCIENCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de concentração Engenharia Civil.

Aprovada em 00 de de 201...

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof.^a Dr.^a Teresa Cristina Janes Carneiro
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Marta Monteiro da Costa Cruz
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof.^a Dr.^a Geilma Lima Vieira
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Estevam Barbosa de las Casas
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, porque sempre me concedem sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e porque sempre me protegem e amparam.

Aos meus pais, que me ensinaram a perseguir meu ideal com dedicação, responsabilidade e coragem.

Ao Doce, pelo apoio, incentivo, dedicação, companheirismo... Enfim, por sempre estar ao meu lado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, pela oportunidade ofertada a esta mestranda e pelos conhecimentos adquiridos ao longo desses anos.

Ao professor doutor Leandro Innocentini Lopes Faria do NIT/Materiais da UFSCar, por ter repartido seus conhecimentos, principalmente pela proatividade, receptividade e dedicação a esta mestranda. Seus ensinamentos e disponibilidade para utilizar remotamente o *software* do laboratório da universidade foram fundamentais para o desenvolvimento desta dissertação.

À professora doutora Teresa Cristina Janes Carneiro, pelos ensinamentos, orientações, incentivos, amizade e dedicação. Ademais, por ter me atendido e orientado nos fins de semana e feriados. Só tenho a agradecer seus ensinamentos, palavra de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação, sempre com soluções simples para os meus problemas que pareciam ser gigantes.

Ao professor doutor João Luiz Calmon Nogueira da Gama, pelos ensinamentos, orientações e contribuições, que, de portas abertas, me recebeu, na qualidade de coordenador, professor e orientador, no programa e sempre me incentivou, em mim confiou e acreditou que tudo daria certo. Realmente deu certo. Ele é parte essencial deste trabalho.

E, por fim, a todos aqueles que, por um lapso, não mencionei, mas que colaboraram para esta pesquisa. Abraços fraternos a todos.

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina."

Cora Coralina

RESUMO

Esta dissertação trata da análise da produção científica e tecnológica internacional e brasileira na área de conhecimento Engenharia Civil, por meio de indicadores bibliométricos. A área Engenharia Civil foi escolhida em razão da sua relevância para o desenvolvimento econômico do país. No entanto, em termos absolutos e relativos, está entre os setores tecnologicamente mais atrasados da economia. A bibliometria é uma disciplina com alcance multidisciplinar que estuda o uso e os aspectos quantitativos da produção científica registrada. Os indicadores de produção científica são objeto de análise de várias áreas do conhecimento, tanto para o planejamento e a execução de políticas públicas de vários setores quanto para maior conhecimento da comunidade científica sobre o sistema em que está inserida. A metodologia utilizada para a elaboração deste estudo descritivo de caráter exploratório foi a análise documental e bibliométrica, baseada em dados das publicações científicas, no período de 1970 a 2012, e tecnológicas, no período de 2001 a 2012, da área Engenharia Civil, indexadas nas bases de dados Science Citation Index Expanded (SCI); Social Science Citation Index (SSCI); Conference Proceedings Citation Index (CPCI) e da Derwent Innovations Index (DII), que compõem a base de dados multidisciplinar da Web of Science (WoS). As informações foram qualificadas e quantificadas com o auxílio do *software* bibliométrico VantagePoint®. Os resultados obtidos confirmaram o baixo número de publicações científicas e tecnológicas na área de conhecimento Engenharia Civil de autores filiados a instituições de ensino e pesquisa brasileiras quando comparados aos dos países industrializados. Existe um conjunto de fortes condicionantes que ultrapassam o poder de decisão e de influência da academia, dificultando e limitando a disseminação das pesquisas e patentes brasileiras relacionadas a fatores de caráter sistêmico e cultural. A possibilidade de análise de indicadores de produção científica e tecnológica na Engenharia Civil contribui para criar políticas que, se utilizadas por agências de fomento, podem subsidiar investimentos mais fundamentados por parte dos governos e da iniciativa privada, a exemplo do que é feito por outros setores industriais.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Construção civil. Tecnologia de Construção. Indicadores de produção científica e tecnológica. Bibliometria. Pesquisa e Desenvolvimento.

ABSTRACT

This dissertation deals with the analysis of international and Brazilian scientific and technological production in the Civil Engineering knowledge field, through Bibliometric indicators. The Civil Engineering field was chosen because of its relevance to the country's economic development. However, in absolute and relative terms, it is among the latest technologically sectors of the economy. The Bibliometrics is a discipline with multi-disciplinary range that studies the use and quantitative aspects of scientific production registered. The scientific production indicators are subject of analysis of several knowledge fields, both for the planning and execution of public policies of various sectors and the greater knowledge of the scientific community about the system in which it is inserted. The methodology used for the design of this explanatory descriptive study was the documentary and bibliometric analysis based on data from scientific publications, over the period 1970 to 2012, and data from technological publications, over the period 2001 to 2012, all of the Civil Engineering field indexed in the following databases: Science Citation Index Expanded (SCI); Social Science Citation Index (SSCI); Conference Proceedings Citation Index (CPCI) and Derwent Innovations Index (DII), which make up the multidisciplinary database of Web of Science (WoS). The information were quantified and qualified with aid of bibliometric VantagePoint[®] software. The results obtained confirmed the low number of scientific and technological publications in the field of Civil Engineering of authors affiliated to teaching and research institutions in Brazil when compared to those of industrialized countries. There are a number of strong conditions that exceed the power and influence of the Academy, making it difficult and limiting the spread of Brazilian research and patents related to factors of systemic and cultural character. The possibility of analyzing scientific and technological production indicators on Civil Engineering contributes to create policies that, if used by funding agencies, can subsidize more substantiated investments by Governments and the private sector, as is done for other industrial sectors.

Keywords: Civil Engineering. Civil Construction. Building Technology. Scientific and Technological Production Indicators. Bibliometrics. Research and Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação do VABpb da construção civil no VABpb Brasil (%) e índice real de crescimento da construção civil (a.a.%).....	51
Figura 2 – Índice real de crescimento do PIB brasileiro e VABpb da construção civil	52
Figura 3 – Cadeia Produtiva da Construção Civil – 2010	54
Figura 4 – Bases de dados que compõem a Web of Science	62
Figura 5 – Fluxograma simplificado do procedimento para a elaboração de indicadores bibliométricos	63
Figura 6 – Tela principal da base de dados da Web of Science.....	65
Figura 7 – Tela principal da base de dados da Derwent Innovations Index	67
Figura 8 – Tela do <i>software</i> VantagePoint com a importação dos dados de produção científica extraídos da Web of Science	70
Figura 9 – Tela do <i>software</i> VantagePoint referente à elaboração da matriz do número de publicações da área de conhecimento Engenharia Civil indexadas na Web of Science, por país e por ano de publicação	71
Figura 10 – Vinte maiores países produtores de publicação científica no período de 1970 a 2012, por país.....	75
Figura 11 – Vinte e dois países da América Latina produtores de publicação científica no período de 1970 a 2012, por país.....	76
Figura 12 – Publicação científica em Engenharia Civil de 1970 a 2012, por ano	77
Figura 13 – Evolução da produção científica no Brasil, no período de 1993 a 2012, com intervalos de cinco anos	79
Figura 14 – Evolução da produção científica no Brasil, no período de 1975 a 2012	81
Figura 15 – Vinte e quatro maiores Estados produtores de publicação científica de 1970 a 2012, indexada na base de dados da WoS.....	82
Figura 16 – Publicações científicas de 1975 a 2012, do Estado do Espírito Santo, indexadas na base de dados da WoS.	84
Figura 17 – Número de publicações realizadas pelas 20 instituições de ensino e pesquisa no mundo que mais tiveram publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012.....	85
Figura 18 – Número de publicações realizadas pelas 21 instituições públicas e privadas no Brasil que mais tiveram publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012	86
Figura 19 – Temas da Construção Civil mais estudados no mundo, no período de 1970 a 2012.....	89
Figura 20 – Número de temas mais estudados em Engenharia Civil, no Brasil, <i>versus</i> o número de publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012.....	90

Figura 21 – Produção científica dos 20 autores do mundo que mais publicaram em Engenharia Civil, no período de 1970 a 2012	91
Figura 22 – Número de produção científica em Engenharia Civil, por autor brasileiro, na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012	92
Figura 23 – Distribuição do número de publicações sobre Engenharia Civil indexadas na base da WoS, por periódico científico, no período de 1970 a 2012	93
Figura 24 – Número anual de patentes indexadas na base de dados DII, no período de 2001 a 2012.....	94
Figura 25 – Número de patentes depositadas no Brasil, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012	95
Figura 26 – Número de patentes depositadas, por distribuição geográfica, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012.....	96
Figura 27 – Evolução no número anual total de documentos de patentes para os seis países proeminentes em edificações no período de 2001 a 2012	97
Figura 28 – Número de documentos de patentes dos domínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012	99
Figura 29 – Número de documentos de patentes dos dez principais subdomínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012	100
Figura 30 – Número de documentos de patentes depositadas no Brasil dos seis principais domínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012	101
Figura 31 – Número de documentos de patentes depositadas no Brasil dos dez principais subdomínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012	102
Figura 32 – Número de patentes depositadas pelos cinco principais titulares da patente, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012.....	103
Figura 33 – Número de patentes depositadas, no Brasil, pelos dez principais titulares da patente, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Manuais da família Frascati.....	25
Quadro 2 – Outros manuais metodológicos da OCDE	27
Quadro 3 – Desenvolvimento de indicadores de C&T por outros países	29
Quadro 4 – Classificação dos indicadores	36
Quadro 5 – Total de registros recuperados com as categorias de busca Engineering Civil construction & Building Technology na WoS, no período de 1970 a 2012.....	65
Quadro 6 – Compilação e limpeza dos dados recuperados com as categorias de busca Engineering, Civil e Construction & Building Technology na WoS, no período de 1970 a 2012	66
Quadro 7 – Seções da Classificação Internacional de Patentes (IPC).	68
Quadro 8 – Subdivisões das seções de Classificação Internacional de Patentes (IPC)	69
Quadro 9 – Expressão, resultado e período da busca pesquisada na base de dados Derwent Innovations Index	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Saldo do emprego formal por setor de atividade econômica no Brasil (2007 a 2010)	53
Tabela 2 – Investimentos CNPq em C,T &I (milhões de reais)	55
Tabela 3 – Número de produção científica indexada na base de dados da Web of Sicence em Engenharia Civil, por país, no período de 1993 a 2012.	78
Tabela 4 – Formação de recursos humanos no ensino superior e pós graduação na China, em percentual (%) da população em 2009	79
Tabela 5 – Distribuição de frequência das instituições públicas e privadas no Brasil, no período de 1970 a 2012, classificadas em intervalos de classes iguais de 100 publicações indexadas na base de dados da WoS	83
Tabela 6 – Distribuição de frequência das instituições públicas e privadas no mundo, no período de 1970 a 2012, indexadas na WoS, com intervalos de classes diferentes que foram definidos pela relação entre a frequência relativa e a amplitude dos intervalos.....	86

LISTA DE SIGLAS

ABDI	– Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
Anpei	– Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
BNDES	– Banco Nacional do Desenvolvimento
Capes	– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	– Câmara Brasileira da Indústria da Construção
Ceped	– Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
C&T	– Ciência e Tecnologia
C,T&I	– Ciência, Tecnologia e Inovação
Cientec	– Fundação de Ciência e Tecnologia, no Rio Grande do Sul
CNAE	– Classificação Nacional de Atividade Econômica
Comind	– Comissão de Constituição do Sistema de Indicadores
Copes	– Competência em Óleos Pesados do Espírito Santo
CNPq	– Conselho Nacional de Pesquisa
DII	– Derwent Innovations Index
Embrapa	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	– Estados Unidos da América
Fapesp	– Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo
FAPs	– Fundações de Amparo à Pesquisa
FGTS	– Fundo de Garantia de Tempo de Serviço
Finep	– Financiadora de Estudos e Projetos
Funtec	– Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC	– Índice Nacional de Custo da Construção
INPI	– Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPT	– Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISI	– Institute for Scientific Information
ITEP	– Instituto de Tecnologia de Pernambuco, em Pernambuco
MCT	– Ministério da Ciência e Tecnologia
NSF	– National Science Foundation
NUTEC	– Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará, no Ceará

OCDE	– Organização e Cooperação para o Desenvolvimento Econômico
OEA	– Organização dos Estados Americanos
OST	– Observatoire des Sciences et des Techniques
PAC	– Programa de Aceleração do Crescimento
PBDCTs	– Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
P&D	– Pesquisa e Desenvolvimento
PED	– Programa Estratégico de Desenvolvimento
PIB	– Produto Interno Bruto
PPGEC	– Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil da Ufes
Sarem	– Secretaria de Articulação dos Estados e Municípios
SCI	– Science Citation Index
Sest	– Secretaria Especial de Controle das Estatais
SNDCT	– Sistema Nacional de Ciências e Tecnologias
SNICT	– Sistema Nacional de Informações em Ciência e Tecnologia
SOF/Seplan	– Secretaria de Orçamento e Finanças da Secretaria de Planejamento
SSCI	– Social Science Citation Index
STI	– Secretaria de Tecnologia Industrial
Tecpar	– Instituto de Tecnologia do Paraná, no Paraná
Ufes	– Universidade Federal do Espírito Santo
Unesco	– Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
VAB	– Valor Adicional Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	15
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Geral	20
1.2.2 Específicos	20
1.3 PROBLEMA DA PESQUISA	20
1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	21
 2 INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	 23
2.1 A PRODUÇÃO INTERNACIONAL DE INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	23
2.2 A PRODUÇÃO NACIONAL DE INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.....	30
2.3 DEFINIÇÃO E TIPOS DE INDICADORES.....	35
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	36
 3 BIBLIOMETRIA	 39
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	39
3.2 LEIS DA BIBLIOMETRIA	42
3.3 OS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	43
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	47
 4 O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	 50
4.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	50
4.2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	54
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	59
 5 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	 61
5.1 TIPOS DA PESQUISA, POPULAÇÃO E AMOSTRA	61
5.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA PESQUISA	62
5.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	64

5.3.1 Coleta dos dados de produção científica.....	64
5.3.2 Coleta dos dados de produção tecnológica.....	67
5.3.3 Uso do <i>software</i> VantagePoint	69
5.3.4 Elaboração dos indicadores	70
5.4 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES AOS INDICADORES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS.....	72
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	72
 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	74
6.1 INTRODUÇÃO.....	74
6.2 INDICADORES DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENGENHARIA CIVIL POR REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	74
6.2.1 Evolução anual da produção científica em Engenharia Civil no mundo e no Brasil	74
6.2.2 Instituições de ensino e pesquisa e a produção científica em Engenharia Civil no mundo e no Brasil.....	84
6.2.3 Assuntos mais publicados na área da Engenharia Civil no mundo e no Brasil.....	88
6.2.4 Autores e a produção científica mundial e brasileira em Engenharia Civil	90
6.2.5 Periódicos com maior número de publicações na área da Engenharia Civil.....	92
6.3 INDICADORES TECNOLÓGICOS DE ENGENHARIA CIVIL POR REGISTRO BIBLIOGRÁFICO DA PRODUÇÃO TECNOLÓGICA EM EDIFICAÇÕES	94
6.3.1 Evolução do patenteamento em edificação e sua distribuição geográfica.....	94
6.3.2 Domínios e subdomínios tecnológicos em edificações	98
6.3.3 Principais titulares e inventores de patentes em edificações	102
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	105
 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
 8 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	114
 9 REFERÊNCIAS	115
 ANEXOS	124

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O governo, gestores e pesquisadores de diversos países têm-se dedicado, há mais de 50 anos, à mensuração dos esforços nacionais e às atividades em Ciência e Tecnologia (C&T). A coleta de informações e a produção de estatísticas de C&T que vêm sendo realizadas de forma cada vez mais ampla e sistemática derivam, em grande parte, de duas formas principais: os trabalhos pioneiros realizados por organizações governamentais nos anos 1950, como a National Science Foundation (NSF), e por organismos multilaterais, como a Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco), nos anos 1960.

Assim como as estatísticas sociais, as estatísticas relativas ao setor de C&T são quase exclusivamente produzidas pela esfera pública; por outro lado, sua produção envolve simultaneamente as dimensões nacional e internacional. A mensuração das atividades de C&T constitui um sistema de múltiplos atores, operando de acordo com uma divisão de trabalho baseada no emprego de uma variedade de metodologias específicas (GODIM, 2000).

A família dos principais indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) baseia-se no modelo, muitas vezes implícito, de entradas (*inputs*) e de saídas (*outputs*). Os investimentos (*inputs*) são dirigidos à atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), os quais produzem resultados (*outputs*) que, por sua vez, determinam impactos econômicos, sociais e culturais (OCDE, 1993).

Trata-se de um modelo idealizado que pretende abarcar as principais dimensões de ciência e tecnologia. Até o início dos anos 1990, as estatísticas oficiais de C&T concentravam-se quase que totalmente nos insumos ou entradas alocados para P&D (particularmente dos gastos realizados em P&D e dos recursos humanos disponíveis) e raramente cobriam as saídas dos produtos e seus impactos.

Na última década, o mundo da pesquisa científica e tecnológica tem passado por transformações profundas que têm exigido a adoção de novos instrumentos de intervenção e, em decorrência, o tratamento mais criterioso e coordenado da informação. Atualmente a compreensão e análise dessa nova realidade, dinâmica e complexa, demandam a produção de

indicadores quantitativos mais robustos que permitam, de um lado, a apreensão e interpretação de novas formas de produção, difusão e transferência de conhecimentos científicos; de outro, a caracterização de maneira detalhada das capacidades nacionais em C&T no atual cenário mundial de desenvolvimento científico e tecnológico.

De acordo com Velho (2001), as principais motivações para o crescente interesse dos países na coleta e processamento de dados quantitativos, como insumos para o planejamento e avaliação dos esforços nacionais em C&T, estão associadas aos seguintes fatores:

- (i) desenvolvimento institucional do aparato governamental da política de C&T, que passa a ocupar uma posição central no conjunto das políticas públicas;
- (ii) mudança na visão predominante sobre o papel da C&T no desenvolvimento e competitividade das economias nacionais;
- (iii) evolução teórica e metodológica das disciplinas que constituem os chamados estudos sociais da ciência.

Em vista disso, o tratamento de informações quantitativas e qualitativa sobre as atividades de C&T passa a fazer parte de um número cada vez maior de países e organizações públicas e privadas, demandando esforços consideráveis de definições de conceitos, técnicas e banco de dados complexos para a construção periódica de indicadores quantitativos de C&T (VELHO, 2001).

Ciência, tecnologia e inovação são elementos-chave para o crescimento, a competitividade e o desenvolvimento de empresas, indústrias, regiões e países. Podem contribuir para a criação ou solução de problemas humanos e ambientais e influenciar a educação, a informação, a cultura, os costumes e a saúde.

Por tudo isso, compreender e monitorar os processos de produção, a difusão, o uso dos conhecimentos científicos, tecnológicos e suas inovações, além dos fatores que os influenciam e de suas consequências, é uma tarefa que se impõe. A existência de competentes sistemas de indicadores de ciência, tecnologia e inovação é uma ferramenta essencial à adequada execução de tal tarefa (VIOTTI, 2001).

Segundo Viotti e Macedo (2003), as atividades de ciência, tecnologia e inovação no Brasil caracterizam-se pela horizontalidade e pela incidência de longo prazo. Essas características têm reflexo nos indicadores utilizados para acompanhar sua evolução e dinâmica. Derivam de

uma enorme variedade de fontes de informação e buscam mensurar as múltiplas dimensões de atividades de C,T&I – seus insumos, resultados e impactos sociais e econômicos. As medidas de C,T&I são importantes porque podem

- (i) alimentar as investigações sobre a natureza e os determinantes dos processos de produção, difusão e uso de conhecimentos científicos, tecnológicos e inovação;
- (ii) informar a formulação, o acompanhamento e a avaliação de políticas públicas;
- (iii) informar tanto as estratégias tecnológicas de empresas quanto as atitudes de trabalhadores, de instituições e do público em geral em relação a temas de C,T&I.

Nos últimos anos, a bibliometria tem sido utilizada como um método de análise quantitativa para pesquisa científica. Os dados estatísticos elaborados por meio dos estudos bibliométricos mensuram a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas. Esses dados podem ser utilizados na representação das atuais tendências de pesquisa e na identificação de temas futuros para novas pesquisas (SU; LEE, 2010).

Segundo a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp, 2005), os indicadores de produção científica e tecnológica vêm ganhando, nas últimas décadas, importância crescente como instrumento para análise da atividade científica e tecnológica e da sua relação com o desenvolvimento econômico e social. A construção de indicadores quantitativos tem sido incentivada por órgãos internacionais e nacionais de fomento à pesquisa como meio para obter a compreensão mais acurada da orientação e da dinâmica da ciência e como meio de formar e subsidiar o planejamento de políticas científicas, além de avaliar seus resultados.

Os indicadores de produção científica e tecnológica, somados à família de indicadores de insumo para C&T, tais como os indicadores relacionados aos dispêndios públicos e empresariais em Pesquisa e Desenvolvimento, à cobertura e situação do ensino superior, aos recursos humanos disponíveis em ciência e tecnologia, têm contribuído, de forma definitiva, para a análise do desempenho e para a melhoria da eficiência dos sistemas nacionais da ciência, tecnologia e inovação (FAPESP, 2005).

Os indicadores de produção científica podem ser constituídos com base em uma ampla gama de publicações, como artigos em periódicos, livros, teses e dissertações. Já os de produção tecnológica são construídos com base nas informações de patentes. Estima-se que sejam publicados anualmente 2,5 milhões de artigos em 34 mil revistas científicas e que esses

números não representem a metade do conhecimento científico gerado mundialmente nas universidades e centros de pesquisas (REHEN, 2007).

A estabilidade econômica e o aumento da competitividade levaram as empresas do segmento da Engenharia Civil a pensar na tecnologia como ferramenta de competitividade. A Engenharia Civil agrega um conjunto de atividades com grande importância para o desenvolvimento econômico e social brasileiro, influenciando diretamente na qualidade de vida da população e na infraestrutura econômica do país. Além disso, o setor possui um forte relacionamento com outros setores industriais (SILVA, 2002).

Ademais, o setor da Construção Civil assume importância estratégica como propulsor da atividade econômica, principalmente devido ao volume de recursos que são movimentados à extensa cadeia de fornecedores e à capacidade de ocupação de mão de obra, inclusive pessoas com baixo grau de escolaridade (SILVA, 2002).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), na Construção Civil o setor da construção civil foi responsável por 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo uma das maiores responsáveis do crescimento econômico do país no período de 1990 a 2010.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil, por meio de estudos realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2009), a maior concentração de investimentos em C,T&I no segmento da Engenharia Civil é realizada pelo governo mediante programas de

- (i) melhoria da qualidade e produtividade na indústria da construção;
- (ii) capacitação de recursos humanos;
- (iii) combate às perdas e desperdícios;
- (iv) prevenção de acidentes;
- (v) pesquisa e desenvolvimento.

Existem outras medidas realizadas pelo governo para incentivar o setor, entre as quais novos limites de financiamento de imóveis usados com recurso do Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS) e maiores recursos para financiamento da habitação e saneamentos.

A existência de sistemas de indicadores de ciência, tecnologia e inovação são relevantes para a indústria de maneira geral. Nessa perspectiva, a elaboração de indicadores bibliométricos

elaborados com base em produção científica e tecnológica para a área do conhecimento da Engenharia Civil pode contribuir para a eficácia de políticas e estratégias voltadas à superação das carências e limitações do setor, bem como para a necessidade de compreender melhor as especificidades de seus processos de desenvolvimento científico, tecnológico e econômico.

Esses motivos, entre outros, ratificam que a Engenharia Civil, em especial o setor da construção civil, apesar da sua importância relativa para o setor econômico brasileiro, ainda é caracterizada como tradicional, conservadora e tímida quanto a indicadores de produção científica e tecnológica. Ademais, trata-se de um tema pouco abordado por estudos acadêmicos, não existindo consenso sobre o entendimento desse objeto de estudo, tampouco se configura uma tradição de pesquisa que consolide abordagens e metodologias específicas.

Assim, com base nos argumentos apresentados até aqui, justifica-se este estudo para compreender a situação atual da pesquisa científica e tecnológica, bem como a produção de novos conhecimentos na área Engenharia Civil no mundo e no Brasil, visando contribuir para elaboração de uma estratégia coordenada para o crescimento e desenvolvimento tecnológico desse segmento e procurando definir os desafios que se configuram na necessidade de desenvolver novas competências e rotinas organizacionais para operacionalizar estratégias e abordagens focadas no estabelecimento de parcerias em Pesquisa e Desenvolvimento.

A construção de indicadores bibliométricos para Engenharia Civil pressupõe uma abordagem necessariamente multidisciplinar, exigindo um trabalho metodológico minucioso e transparente que permita a produção de um conjunto coerente de indicadores, o que faculta aos seus usuários tanto uma visão abrangente dessa área como as limitações inerentes a esses indicadores.

A disponibilidade de um bom sistema de indicadores é vital para que seja possível expandir e sofisticar a compreensão dos processos de produção, difusão e uso de C,T&I em geral. O esforço de implantação de sistemas de indicadores na área da Engenharia Civil é crucial porque os processos de mudanças técnicas desse segmento apresentam natureza e dinâmicas muito diferentes daquelas dos demais segmentos de mercado.

A superação tanto da limitada natureza e dinâmica que caracterizam esses processos quanto das graves carências e falhas específicas dos sistemas de produção, difusão e uso de C,T&I da indústria da Engenharia Civil requer a conjugação de esforços deliberados por parte do governo, empresas e demais instituições. A eficiência e eficácia de tais esforços podem ser

ampliadas, caso seja possível contar com um sistema de indicadores que informem adequadamente suas políticas públicas, estratégias tecnológico-empresariais e ações institucionais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Mapear a produção científica e tecnológica da área de conhecimento Engenharia Civil, disponibilizada na base de dados da Web of Science.

1.2.2 Específicos

- (i) Identificar a situação da pesquisa científica e tecnológica na área de conhecimento em Engenharia Civil e a participação do Brasil nesse cenário.
- (ii) Descrever a evolução do conhecimento científico e tecnológico em Engenharia Civil.
- (iii) Identificar os principais temas relacionados à produção científica em Engenharia Civil e verificar quais estão sendo estudados no Brasil e no mundo.
- (iv) Identificar as principais instituições públicas e privadas de ensino em Engenharia Civil, sua distribuição geográfica e principais pesquisadores.
- (v) Mapear a evolução da produção tecnológica em Engenharia Civil, sua distribuição geográfica, principais titulares e inventores.

1.3 PROBLEMA DA PESQUISA

A Construção Civil agrega um conjunto de atividades com grande importância para o desenvolvimento econômico e social do país. O setor apresenta um forte relacionamento com outros setores industriais porque demanda vários insumos em seu processo produtivo e movimenta um amplo conjunto de atividades que causam impactos a outras cadeias.

Embora o setor da Construção Civil seja de grande importância para o Brasil, são poucos os estudos acadêmicos voltados para área de políticas públicas e privadas de financiamento para o desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação em toda a cadeia produtiva desse setor.

Os questionamentos iniciais desta pesquisa são a inexistência de sistemas de indicadores de C,T&I para melhor compreender, mensurar e monitorar os processos de produção, difusão e o uso de conhecimentos científicos, tecnologias e inovações em toda a cadeia da Construção Civil.

A tomada de decisão no campo da ciência e tecnologia para o segmento da Construção Civil é uma tarefa complexa que envolve aspectos políticos, sociais, econômicos e técnicos. No entanto, ela pode ser simplificada com o desenvolvimento de indicadores bibliométricos que foram propostos como ferramentas para auxiliar todos os atores envolvidos no segmento da Construção Civil, no planejamento, financiamento, monitoramento e avaliação de resultados e nas atividades de ciência, tecnologia e inovação para esse setor.

A produção de indicadores científicos e tecnológicos para a área do conhecimento Engenharia Civil está destinada a permitir um melhor conhecimento dos sistemas nacionais de pesquisa e inovação para esse setor e seu posicionamento no panorama internacional.

Desse modo, busca-se identificar as principais forças e debilidades dos esforços nacionais (ou de uma região, ou de uma instituição, ou mesmo de um setor) em P&D e oferecer elementos para a produção de prognósticos em nível estadual, nacional e internacional. Conforme ressalta Gusmão (2002), é fundamental prover informação para o monitoramento de novas oportunidades e empreendimentos nos setores público e empresarial em P&D na Construção Civil, incluindo programas internacionais e de cooperação técnico-científica.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em oito capítulos. Na fase inicial, ocorreu o estudo com os orientadores para a definição do tema, discussão sobre a problemática, contextualização e justificativas, definição dos objetivos e levantamento dos principais centros de referência em ciência, tecnologia e inovação. Essas questões estão descritas no primeiro capítulo.

No capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema estudado por meio dos indicadores de ciência, tecnologia e inovação. São destacados os seguintes temas: as produções internacional e nacional de indicadores de C,T&I e definição e tipos de indicadores.

No capítulo 3 são apresentados aspectos relevantes sobre a ferramenta bibliometria. Nele são tratados os indicadores bibliométricos de produção científica e tecnológica e as leis da bibliometria.

O capítulo 4 é dedicado ao setor da Construção Civil brasileiro. Faz-se uma panorâmica atual caracterizada por ser um setor que tem um produto não homogêneo e não seriado, que depende de encomendas, o que implica a produção de um produto único. É um setor extremamente heterogêneo em qualquer aspecto: seja pela abrangência de atividades, seja pela tipologia das empresas; seja pelas tecnologias e qualificação de pessoal, seja pela dispersão geográfica. De acordo com Souto (2003), é uma indústria atípica com uma dependência recíproca existente entre o produto e o processo produtivo.

No capítulo 5 é apresentada a abordagem metodológica utilizada nesta dissertação por meio da definição do tipo da pesquisa, fluxograma das etapas, população e amostra, procedimentos experimentais, coleta de dados de produção científica e tecnológica, uso da ferramenta VantagePoint e elaboração dos indicadores.

O capítulo 6 apresenta as discussões dos resultados apresentados no capítulo 5.

O capítulo 7 contém as conclusões desta dissertação, que consistem numa análise quanto ao cumprimento dos objetivos propostos.

No capítulo 8 são apresentadas algumas sugestões para pesquisas futuras. Logo após o capítulo final, seguem as referências e anexos.

2 INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

2.1 A PRODUÇÃO INTERNACIONAL DE INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A coleta de informações institucionalizadas no processo de produção de metodologias e dados de C,T&I iniciou-se, há mais de 50 anos, com o trabalho pioneiro da National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos da América (EUA), que, na década de 1950, gerava indicadores baseados em uma pesquisa nacional sobre as atividades de P&D.

Segundo Godin (2001), anos depois se iniciaram a produção e a divulgação sistemática de um conjunto de indicadores pela publicação – Science Indicators 1972 – e por organismos multilaterais, como a Organização e Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização para as Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.

Os primeiros estudos e recomendações para coleta e sistematização dos dados relativos à C&T foram promovidos no período pós-guerra e estiveram sob a liderança de organizações governamentais dos EUA. Outros países, tais como o Canadá, o Japão, a Inglaterra, a França e a Alemanha, realizaram levantamento dos dados relativos à aplicação de recursos e de pessoal em C&T, porém encontravam dificuldades para desenvolver metodologias, principalmente com a finalidade de estabelecer comparações internacionais (VELHO, 1998).

Esse fato levou a Organização Europeia de Cooperação Econômica (OECE) a reunir, em 1957, um grupo de especialistas para examinar os gastos e definir métodos para a medição da atividade de C&T (CABRAL, 2000).

No fim dos anos 1960, o governo americano constatou a necessidade de construir indicadores de C&T nos Estados Unidos. O congresso americano encarregou a NSF de avaliar a situação e as demandas das diversas áreas da ciência de iniciar e manter um programa para determinar o volume de recursos em pesquisa científica e de apresentar relatórios sobre a qualidade da C&T (GODIN, 2001).

Em 1973, a NSF produziu a série dos Science & Engineering Indicators, divulgação bianual que, utilizando informações de diversas fontes, constitui um mapeamento completo do desenvolvimento da C&T na América do Norte, com registros e comparações com países membros da OCDE (GODIN, 2001).

No período de pós-guerra, foi constatado, especialmente nos EUA, que a tecnologia passou a ter um importante papel a desempenhar na economia, chegando mesmo a ser considerada como um grande fator de produção. A crescente demanda por recursos e espaços por atividades da C&T, tanto nos países como nas empresas, despertou a atenção de analistas e estudiosos.

O marco na evolução de indicadores da C&T, em 1962, deu-se com a elaboração pela OCDE, sob a liderança de Christopher Freeman, do primeiro manual metodológico para padronização das práticas de coleta, tratamento e uso de estatísticas sobre pesquisa e desenvolvimento experimental. Esse documento foi chamado de Manual de Frascati por ter sido debatido e aprovado em reunião ocorrida na cidade italiana Falconieri de Frascati (VIOTTI; MACEDO, 2003).

O Manual de Frascati apresenta os dispêndios e o pessoal alocados em P&D, define detalhadamente essas atividades e orienta a definição de outras atividades que podem ser confundidas com P&D. Aborda as principais classificações setoriais e funcionais dos dados de P&D e trata sobre medição e classificação dos recursos humanos e dispêndios nessa atividade.

No manual também são detalhados os métodos de medição, principalmente no que se refere às estimativas e ajustes necessários. Adicionalmente, dedica um capítulo à comparação desses dados com outras variáveis econômicas e à comparação internacional do dispêndio em P&D (OCDE, 1993).

Apesar de a OCDE desenvolver suas atividades mais direcionadas para os aspectos da política econômica e social de seus países-membros, representa um papel importante na estruturação das agências nacionais votadas à política da C&T. Tem sua atuação direcionada à promoção de revisões periódicas nas políticas nacionais, à elaboração de programas de estudos sobre economia da pesquisa, ao desenvolvimento de manuais metodológicos de normalização e à coleta de informações para a construção de estatística de indicadores da C&T dos países-membros.

Alguns desses manuais, além de serem elaborados pela OCDE, foram desenvolvidos em colaboração com outras organizações internacionais, como a Unesco e a Agência de Estatísticas da União Europeia (Urostat), que construíram a chamada Família de Manuais Frascati, conforme demonstra o Quadro 1.

QUADRO 1 – Manuais da família Frascati

INDICADORES	MANUAIS
P&D	Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development (Frascati Manual 1993)
P&D	Main Definitions and Conventions for the Measurement of Research and Experimental Development (R&D) (A Summary of the Frascati Manual 1993)
Balanço de Pagamentos Tecnológicos	Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data (TBP Manual 1990)
Inovações	OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual 1992)
Patentes	Using Patent Data as Science and Technology Indicators (Patente Manual 1994)
Recursos Humanos	The Measurement of Human Resources Devoted to S&T (Canberra Manual)

Fonte: Viotti (2001).

O Manual de Oslo prevê diretrizes para a mensuração da inovação tecnológica. Em 1992, surge sua primeira edição elaborada pela OCDE. A segunda e terceira edições, preparadas em conjunto com a Comissão Europeia, foram publicadas consecutivamente em 1997 e 2005. Esse manual trata da mensuração de inovação em três importantes sentidos:

- (i) Proporciona maior ênfase no papel das interações com outras empresas e instituições no processo de inovação.
- (ii) Reconhece a importância de inovação em indústria com menor intensidade em P&D, como os serviços e a indústria de transformação de baixa tecnologia, passando a acomodar em sua metodologia o setor de serviços.
- (iii) Expande a definição de inovação para incluir dois outros tipos de inovação: inovação organizacional e inovação de *marketing*. Outro fato relevante da terceira edição desse manual é um anexo sobre pesquisas de inovações em países fora da OCDE. Ele demonstra que um número crescente desses países conduz atualmente pesquisas sobre inovação (VIOTTI; MACEDO, 2003; OCDE, 2007).

O manual de Balanços de Pagamentos Tecnológicos trata dos registros das transações intangíveis comerciais e internacionais de conhecimentos técnicos e de serviços de cunho tecnológico entre diferentes países. Seguem-se as principais operações que devem ser incluídas nesse balanço: patentes (compra e venda); licenças para uso de patentes; *know-how*

(não patenteado); modelos e desenhos industriais; marcas (inclusive franquias); serviços técnicos e financiamentos de P&D industrial no exterior.

Todavia, as seguintes operações não devem ser computadas nos balanços: assistência comercial; financeira; administrativa e legal; publicidade; seguro e transporte; filmes, discos e material coberto por direitos autorais; *design* e *softwares*.

Adicionalmente, os dados constantes no manual de Balanços de Pagamentos Tecnológicos podem ser coletados por pesquisadores especiais, mas geralmente são montados com base em registros mantidos por bancos centrais e autoridades que controlam o câmbio (VIOTTI; MACEDO, 2003).

Por outro lado, o Manual de Patentes fornece informações detalhadas sobre as atividades tecnológicas dos países, cobrindo longos períodos, devido à disponibilidade de longas séries históricas. As principais informações que podem ser obtidas dos documentos de patentes são do tipo de tecnologia com o qual o pedido se relaciona: o nome e a nacionalidade do inventor (indivíduo, agência governamental ou empresa privada), vínculos entre a nova patente e o conhecimento contido em patentes anteriores ou em publicações científicas, setor econômico de origem da invenção e as áreas e mercados cobertos pela patente.

Ressalte-se que esse tipo de manual trata apenas das patentes de invenção industrial. Outras formas de propriedade intelectual, como as marcas, os desenhos e o direito autoral, ficam fora de seu escopo, conforme citado por Viotti (2001).

Já o Manual de Canberra trata dos recursos humanos efetiva ou potencialmente dedicados à sistemática geração, avanço, difusão e aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Seu propósito é uniformizar uma estrutura conceitual comum para a compilação de dados sobre os estoques e fluxos de recursos humanos em ciência e tecnologia, assim como para analisar perfis e tendências. Seus principais usuários são analistas e executivos de política, o setor privado e os acadêmicos (OCDE, 2002).

Cabe também apontar outros manuais metodológicos, conforme mostra o Quadro 2.

QUADRO 2 – Outros manuais metodológicos da OCDE

TIPOS DE DADOS	TÍTULO
Estatística sobre tecnologia da informação	Interim Manual for the Statistical Measurement of Information, Computer and Communicational Products
Alta tecnologia	Measurement of High-Medium-and-Low – Technology Products and Sectors
Balanço de pagamentos tecnológicos	Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data (TBP Manual 1990)
Bibliometria	Recommendations for the Use of Indicators Derived from Statistical Studies of Scientific na Technical Literature (Bibliometrics)
Investimentos intangíveis	Statistical Framework for the Development of indicators of Human Potencial in Science and Engineering
Estatísticas educacionais	Methods and Statistical Needs for Educational Planning
Indicadores de educação	Handbook for International Educational Indicators
Estatística sobre capacitação	Proposed Best Practice for Surveys of Training

Fonte: Viotti (2001).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Além da OCDE, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura deu início, em 1960, ao processo de medição sistemática dos recursos destinados à C&T, limitada ao número de cientistas, engenheiros e técnicos e aos gastos correntes em P&D. Conforme citado por Velho (2001), a Unesco destaca-se pelo pioneirismo no desenvolvimento de conceitos, metodologias e técnicas para a construção de indicadores, ao mapear o potencial científico e tecnológico de alguns países. Estabeleceu sua linha de atuação em três tarefas básicas:

- (i) coleta, análise e publicação;
- (ii) desenvolvimento de trabalhos metodológicos;
- (iii) assistência técnica a países-membros.

Em 1994, foi criada a Rede Ibero-Americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (*Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología – Ricyt*), por meio do Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (*Cyted*), com a função de realizar seminários de discussão metodológica sobre os indicadores de C&T ajustada às características latino-americanas, segundo as normas propostas pelo Manual de Frascati, da OCDE. A rede

publica anualmente indicador da região e gera mecanismos de apoio à capacitação, à consultoria, aos seminários, aos cursos de capacitação e às bolsas de estudos.

Por meio de um trabalho coordenado com a Organização dos Estados Americanos (OEA), foi iniciado, em 1996, o projeto Indicadores Regionais de Ciência e Tecnologia com a participação de organismos voltados para a ciência e tecnologia, universidades e organizações, sem fins lucrativos, de todos os países da América Latina, do Caribe, da Espanha, de Portugal, do Canadá e dos Estados Unidos. São colaboradores desse projeto instituições internacionais e extrarregionais, como a OCDE, Unesco, UNCTAD, Observatoire de Sciences et de Techniques (OST) e Institut de l'Information Scientifique et Technique (Inist) da França. Nesse projeto foi criado o Manual de Bogotá.

O Manual Regional de Indicadores de Inovação Tecnológica, também denominado Manual de Bogotá, publicado em 2000, é fruto do comprometimento da RICYT em conjunto com outras instituições latino-americanas. Esse manual estabelece preceitos para a normalização dos indicadores de inovação tecnológica e mostra a importância desses indicadores na medição dos processos inovativos de acordo com as principais tendências internacionais e dispõe de uma fundamental base para o desenho e avaliação das políticas destinadas a fortalecer os sistemas de inovação e apoiar as ações das empresas dispostas a melhorar sua base tecnológica (VIOTTI; MACEDO, 2003).

A União Europeia, por meio do Escritório de Estatísticas da Comunidade Europeia (Eurostat), considera os dados metodológicos do Manual da OCDE e difunde as informações estatísticas e dos indicadores sobre a pesquisa, desenvolvimento tecnológico e de inovação do continente europeu por meio do European Report on Science & Technology Indicators.

Muitas nações já alcançaram melhorias significativas na qualidade de seus sistemas de indicadores da C&T, conforme demonstra o Quadro 3. Nele, é possível observar que o progresso das estruturas da C&T está diretamente relacionado com o equilíbrio entre as políticas nacionais e as políticas direcionadas à C&T executadas pelos países.

QUADRO 3 – Desenvolvimento de indicadores de C&T por outros países

PAÍS	PROGRAMA	OBJETIVO
Japão	National Institute of Science and Technology Policy (Nistep)	Publicação de séries históricas sobre atividades japonesas da C&T no documento Indicators of Science and Technology.
Alemanha	Ministério de Ciência e Tecnologia	Por intermédio do seu Ministério de Ciência e Tecnologia, realiza publicações com informações compiladas de base de dados referentes ao desempenho do próprio ministério e de estatísticas globais sobre recursos financeiros, humanos, com comparações internacionais.
México	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)	Exerce as funções de coordenação, sistematização, orientação e canalização das atividades da C&T do país e estabelece as bases de apoio ao sistema nacional da C&T e do desenvolvimento nacional.
Finlândia	Report of the Working Group on Indicators	Divulgação dos indicadores voltados à avaliação do desempenho das principais funções da Finlândia, que são a promoção de pesquisa científica e a criação de pré-condições de financiamentos à pesquisa e apoio aos pesquisadores.
França	Observatoire des Sciences et des Techniques (OST)	Entidades de caráter público formadas por instituições autônomas, agências governamentais, institutos de pesquisa e ministérios, com objetivo de financiamento de C&T, valorização e produção de P&D.
Colômbia	Observatório Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT)	
Portugal	Observatório das Ciências e das Tecnologias (OCT)	Organizações sob a responsabilidade direta do Ministério de Ciência e Tecnologia nacional são de natureza governamental que assessoram as instituições públicas de C&T. São responsáveis pela formulação, acompanhamento e tomadas de decisão para o setor.
Venezuela	Observatorio Nacional da Ciencia y Innovación (OCTI)	

Fonte: Gusmão (2002).

Nota: Dados adaptados pela autora.

A busca inicial relativa à temática desta pesquisa levou ao conhecimento dos eventos, periódicos, pesquisadores, grupos de pesquisas, redes, observatórios e instituições, entre outros ligados ao tema, e contribuiu para a elaboração de uma relação preliminar, a qual possibilitou a construção de um estudo mais apurado sobre o estado da arte no decurso da pesquisa, conforme apresentado no Anexo A.

2.2 A PRODUÇÃO NACIONAL DE INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Quanto à realidade brasileira, um estudo detalhado sobre a origem e evolução da ciência e tecnologia no Brasil foi conduzido por Marcovitch (1978). Segundo o autor, o processo de industrialização brasileira é recente se comparado ao dos países desenvolvidos. Esse processo iniciou-se decisivamente apenas na Segunda Guerra Mundial, com a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional, como forma de garantir a infraestrutura necessária para as indústrias automotiva, química, elétrica, eletrônica e de equipamentos, que se instalaram aqui desde a década de 1950.

Devido à rapidez do processo de industrialização, o empresário brasileiro precisou procurar no exterior a tecnologia necessária para garantir o funcionamento das empresas, já que no país não existiam recursos humanos e materiais para criar competências (*know-how*) nacionais. Desse modo, o *know-how* foi adquirido por meio de acordos de assistência técnica, de licenças e do emprego de técnicos estrangeiros.

No entanto, para garantir a otimização da tecnologia importada, foi necessária a criação de uma equipe de P&D para realizar ajustes e adaptação da tecnologia adquirida no exterior. Em algumas empresas estatais do ramo de energia, telecomunicações e petróleo, as equipes de P&D evoluíram e conseguiram ser reconhecidas por seu alto nível de inovação.

Desde a década de 1960, com a instituição do Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED), o governo passou a se preocupar, de forma mais explícita, com o desenvolvimento científico e tecnológico. Foram criados planos e implementadas políticas específicas para a área, agências de fomento e bancos de investimentos, conforme analisado por Stal (1997).

Os estudos relacionados aos desenvolvimentos de indicadores de C&T no Brasil tiveram início com a estruturação e consolidação do Sistema Nacional de Ciências e Tecnologias (SNDCT), com a criação do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) em 1951; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) em 1952 e do Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec) do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) em 1964.

Além das instituições já mencionadas, podem-se destacar a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), criada em 1967; a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa),

em 1972; a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI), em 1972; o Instituto Osvaldo Cruz; Universidades; Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento Federais e Estaduais e de empresas estatais.

Em 1970, o governo brasileiro criou os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCTs), cujo objetivo era desenvolver políticas em ciência e tecnologia. Além de investirem em áreas de C&T, esses planos determinavam os investimentos de recursos em projetos e em atividades para alguns setores prioritários para o país. Houve, então, a necessidade de levantamento de dados estatísticos relacionados à C&T para acompanhamento e avaliação das ações governamentais.

O CNPq, transformado em Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em 1974, teve o papel de coordenar o sistema nacional de C&T até a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia em 1985. O CNPq, por intermédio do Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica (Ibicit), e a Capes foram as primeiras instituições a desenvolver metodologias, construir bases de dados e produzir indicadores relacionados à C&T no Brasil, no início da década de 1970.

Em 1970, o Brasil contou com o auxílio da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura para o desenvolvimento dos trabalhos de indicadores de C&T. Como consequência, foi adotada entre o governo brasileiro e essa organização uma cooperação técnica que buscava implementar os elementos técnicos e teóricos para criar os sistemas de estatísticas de C&T. Os resultados dessa cooperação ocorreram por meio da criação de um centro de estatística de C&T no CNPq e do desenvolvimento do projeto Sistema Nacional de Informações em Ciência e Tecnologia (SNICT) (MARTINS, 1993).

Por sua vez, o fruto da articulação entre a Unesco, o CNPq e a Secretaria de Orçamento e Finanças da Secretaria de Planejamento (SOF/Seplan), no fim da década de 1970, foi a constituição do universo de C&T, extraída da classificação funcional-pragmática, estabelecida em 1964 e concretizada pelo Decreto-Lei 200, de 25 de março de 1967. Foram auferidas ao CNPq tanto a responsabilidade de melhorar a metodologia de coleta e tratamento das informações pertinentes aos dispêndios nacionais com a atividade de ciência e tecnologia como a busca de cooperação técnica de outras entidades nacionais e estrangeiras (SEPLAN, 1981).

A construção dos indicadores e estatísticas nacionais de C&T teve início com o levantamento, em 1978, apenas no âmbito federal. Em 1979, ocorreu a primeira iniciativa de fomento por parte do governo federal, representado pelo CNPq, ante a publicação de orçamentos direcionados à C&T em todo o território nacional. Entretanto, para Martins (1993), desde os anos de 1970 até os dias atuais, ficam notórias as contradições entre a política explícita de C&T e a política econômica vigente, causando uma precariedade nas articulações entre empresa, governo e universidade.

Os sistemas estaduais de C&T começaram a ser estruturados desde 1981, mediante atuação da Secretaria de Articulação dos Estados e Municípios (Sarem) e o CNPq, ambos vinculados à Secretaria de Planejamento da Presidência da República. As secretarias estaduais de C&T ou órgãos equivalentes eram responsáveis pelo acompanhamento das atividades de C&T nos Estados. Nesse período, também foram criadas as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) em diversas unidades da federação.

Os primeiros esforços para levantamento de informações do setor produtivo foram realizados em articulação entre o CNPq e a Secretaria Especial de Controle das Estatais (Sest), em 1983, com a publicação do Orçamento de C&T das Empresas Estatais. Faltavam apenas as empresas privadas para que o conjunto do setor produtivo estivesse compreendido em sua integridade.

O CNPq representou um papel importante na concepção dos sistemas de indicadores no Brasil e apresentou seus melhores resultados no levantamento dos dispêndios (despesa realizada) em C&T da Administração Federal, dos investimentos públicos em C&T, obtidos dos balanços gerais da União, dos balanços gerais dos Estados e Territórios e dos dispêndios do setor produtivo, cuja tarefa ficou a cargo da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento nas Empresas Industriais (Anpei) no início da década de 1990 (MARTINS, 1993).

Com a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) em 1985, o CNPq, embora tivesse perdido o papel de Coordenador do Sistema Nacional de C&T, continuou com o trabalho de elaboração de estatísticas e indicadores de C&T. No início de 1990, o trabalho sistematizado de estatística e indicadores, desenvolvido pelo CNPq, passou por um retrocesso em razão de o MCT não ter incorporado as tarefas de produção de indicadores em sua estrutura e não haver mais respaldo político para a execução desses trabalhos no âmbito do CNPq (MENEZES FILHO, 2001).

Em 1995, o MCT instituiu a Comissão de Constituição do Sistema de Indicadores (Comind) com a finalidade de definir um sistema de indicadores de C&T, composto por representantes das Secretarias do MCT, do CNPq, Finep e convidados específicos, tais como especialistas em indicadores, acadêmicos, técnicos de instituições do serviço público e representantes de empresa. Foi ressaltada a necessidade de expandir a quantidade de indicadores produzidos no Brasil, garantir a qualidade, a confiabilidade e a comparabilidade internacional, adotando como referência metodológica o padrão estabelecido pela OCDE, segundo as tabelas divulgadas no Main Science and Technology Indicators.

Para garantir a eficácia no desenvolvimento dos indicadores brasileiros de C&T, a Comind estabeleceu o desenvolvimento e capacitação dos atores envolvidos por meio da articulação com instituições representantes de setores que eram responsáveis pela geração, tratamento e disseminação de informações, tais como:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).
- Banco Central do Brasil.
- Universidades Federais.
- Centros de pesquisas federais e de empresas privadas.
- Secretarias de governos estaduais.
- Fundações estaduais de amparo à pesquisa, especialmente a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- Organizações não governamentais, representadas pela Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras.
- Instituições vinculadas ao MCT, como o CNPq.

Em 1997, o MCT concluiu a primeira etapa da projeção dos indicadores nacionais de ciência e tecnologia, cuja responsabilidade de organização ficou a cargo do CNPq. Embora o CNPq tivesse desenvolvido reconhecida competência na elaboração de indicadores de C&T no âmbito dos dispêndios federais e estaduais, havia limitações na construção dos demais indicadores que compunham o total dos gastos do setor produtivo, recomendados pela OCDE, como os indicadores de resultados tecnológicos, as informações sobre patentes e aquelas relativas à transferência de tecnologia (PINTO, 2000).

Em 1999, por determinação do Ministério de Ciência e Tecnologia, foi realizada a transferência dos trabalhos de estatísticas e indicadores de C&T para o MCT. Em 2002, foram publicados pela MCT os Indicadores de Pesquisa & Desenvolvimento e Ciência e Tecnologia. Todavia, as informações constantes no documento não permitiram estabelecer comparações temporais com a publicação anteriormente divulgada pelo Ministério à comunidade em 1997 (PINTO, 2000).

Novos esforços para a elaboração da política Nacional para C&T ocorreram no segundo governo de Fernando Henrique Cardoso, no qual o MCT coordenou a elaboração do livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação e a Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia em 2001.

A publicação do livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação, no fim de 2002, apresentava os resultados do debate entre pesquisadores, setor produtivo, governo, terceiro setor e sociedade civil. Esse livro propõe a formulação de uma política de C,T&I estruturada em dois níveis: a definição de objetivos a serem perseguidos e a identificação de diretrizes estratégicas que direcionarão seu alcance (MCT, 2002).

Em novembro de 2003, ao revogar as portarias de criação e funcionamento da Comind, o MCT constituiu a Comissão Permanente de Indicadores de Ciência e Tecnologia para assessorar o Ministério no desenvolvimento e aperfeiçoamento dos indicadores, métodos e mecanismos de coleta, análise e divulgação dos dados nacionais de ciência e tecnologia (MCT, 2003).

No Brasil, os trabalhos de produção e disseminação de indicadores e estatísticas de C&T têm sido realizados em um formato institucional centralizado, diretamente vinculado ao núcleo de planejamento e de coordenação da política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico. Essa situação tanto ocorre hoje na estrutura do Ministério de Ciência e Tecnologia como ocorria quando os trabalhos eram executados pelo CNPq desde a década de 1970.

As mudanças nas estruturas organizacionais de C&T, observadas desde a década de 1980, geraram a descontinuidade de diversas atividades estratégicas, inclusive a desestruturação e a desativação de diversas atividades na área de estatísticas de indicadores de C&T que vinham sendo desenvolvidas.

2.3 DEFINIÇÕES E TIPOS DE INDICADORES

Segundo o manual *Rationalization des Choix Budgetaires* (apud SANCHES, 1997), indicador é um dado relativo a uma variável significativa que caracteriza um fenômeno e serve de indicação para que atue sobre tal fenômeno. E, para se tirar o máximo de proveito, a formulação e análise de indicadores devem ser articuladas em níveis segundo a sua utilização de entrada, saída, estado e gestão. Os indicadores ainda podem ser classificados em simples e complexos.

Ainda com base no citado manual, o indicador é simples quando seu valor é obtido por meio de uma medida direta de enumeração material ou física; complexo, quando seu valor é obtido por meio de uma medida indireta, como é o caso dos índices (combinação de vários indicadores) e dos coeficientes (relação entre dois indicadores).

Para Martínez (1998), os indicadores tendem a conter as seguintes características: generalidade; correlação entre diferentes variáveis e contextos; quantificação, confiabilidade; oportunidade e possibilidade de se tornarem componentes essenciais de desenvolvimentos teóricos. As variáveis são os elementos que constituem ou caracterizam um fenômeno geralmente mensuráveis e expressam valores absolutos.

As estatísticas são tabuladas, e os resultados da medição de uma variável (ação, atributo, objeto) às vezes são usados de forma ampla para descrever a teoria e a metodologia (operacional) de uma medição.

De acordo com a OCDE (2007), indicadores são uma série de dados definidos para responder a perguntas sobre um fenômeno ou sistema dado. No entanto, para Ohayon (1991), indicadores são observações e medidas, frequentemente quantitativas, apoiadas sobre dados verificáveis e controláveis e sobre parâmetros, definindo o estado e a dinâmica do sistema.

Desse modo, indicadores são peças fundamentais para a construção de um sistema de registros estatísticos. É por meio deles que são obtidas as respostas em relação aos critérios definidos para mensuração. No entanto, indicadores são apenas dados que fornecem qualquer informação de utilidade e utilização para chegar a um objetivo específico.

Os indicadores de ciência, tecnologia e inovação são uma série de dados definidos para responder a perguntas sobre o sistema de ciência e tecnologia, sua estrutura interna, sua

relação com a economia, o meio ambiente e a sociedade. São observações e medidas, frequentemente quantitativas, apoiadas em dados verificáveis e controláveis e em parâmetros, definindo o estado e a dinâmica do sistema (OCDE, 2007).

Segundo Velho (1994), os indicadores podem ser classificados em quatro dimensões: de insumo, produto, impacto social e inovação, conforme demonstra o Quadro 4.

O uso de indicadores na área de C&T resulta da busca por medição objetiva das diferentes dimensões da ciência. Eles devem proporcionar a possibilidade de medição das ações que envolvem a geração, difusão, transmissão e aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, relacionadas diretamente com o desenvolvimento científico e tecnológico.

QUADRO 4 – Classificação dos indicadores

INDICADORES DE INSUMO	INDICADORES DE PRODUTO	INDICADORES DE IMPACTO SOCIAL	INDICADORES DE INOVAÇÃO
Servem para demonstrar os recursos utilizados nas atividades científicas e tecnológicas, caracterizando a imagem de países dedicados à pesquisa científica.	A determinação de indicadores de produto é uma tarefa um pouco mais complexa, já que muitos produtos em C&T possuem aspectos intangíveis, o que torna sua quantificação muito difícil. No sistema científico, o principal produto é o conhecimento, que é gerado, transmitido e modificado, com agregação de novas ideias.	A rentabilidade social do sistema de C&T é frequentemente confundida com a rentabilidade econômica, e indicadores desse tipo devem servir para quantificar os impactos das atividades científicas em função de toda sociedade, não apenas o seu impacto econômico, como a geração de postos de trabalho e a diminuição da poluição ambiental.	Indicadores de inovação partem de premissas que a inovação tecnológica é a base para a manutenção da competitividade e para o crescimento econômico.

Fonte: Velho (1994).

Nota: Dados adaptados pela autora.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo, por meio da revisão bibliográfica sobre origem e evolução dos indicadores de ciência, tecnologia e inovação, teve o objetivo de demonstrar sua aplicabilidade ao estudo da análise da produção científica e tecnológica na Engenharia Civil.

Em 1962 o marco na evolução de indicadores de C&T deu-se com a elaboração pela OCDE, sob a liderança de Christopher Freeman, do primeiro manual metodológico para padronização das práticas de coleta, tratamento e uso de estatísticas sobre pesquisa e desenvolvimento experimental. Esse manual foi chamado de Frascati por ter sido debatido e aprovado em reunião ocorrida na cidade italiana Falconieri de Frascati (VIOTTI; MACEDO, 2003).

O Manual de Frascati tem por objetivo apresentar os dispêndios e o pessoal alocados em P&D. Tanto define detalhadamente essas atividades como orienta a definição de outras que podem ser confundidas com P&D. Aborda as principais classificações setoriais e funcionais dos dados de P&D e trata sobre medição e classificação dos recursos humanos e dispêndios nessa atividade.

A seção 2.2 tratou da produção nacional de indicadores de ciência, tecnologia e inovação. Quanto à realidade brasileira, um estudo detalhado sobre a origem e evolução da ciência e tecnologia no Brasil foi conduzido por Marcovitch (1978). Segundo o autor, o processo de industrialização brasileira é recente se comparado ao dos países desenvolvidos. Esse processo iniciou-se decisivamente apenas na Segunda Guerra Mundial, com a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional, como forma de garantir a infraestrutura necessária para as indústrias automotiva, química, elétrica, eletrônica e de equipamentos, que se instalaram aqui desde a década de 1950.

No Brasil, os trabalhos de produção e disseminação de indicadores e estatísticas de C&T têm sido realizados em um formato institucional centralizado, diretamente vinculado ao núcleo de planejamento e de coordenação da política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico. Essa situação tanto ocorre hoje na estrutura do Ministério de Ciência e Tecnologia quanto ocorria quando os trabalhos eram executados pelo CNPq desde a década de 1970.

As mudanças nas estruturas organizacionais de C&T, observadas desde a década de 1980, geraram a descontinuidade de diversas atividades estratégicas, inclusive a desestruturação e a desativação de diversas atividades na área de estatísticas de indicadores de C&T que vinham sendo desenvolvidas.

A seção 2.3 abordou as definições e tipos de indicadores. Segundo o Manual Rationalization des Choix Budgetaires, indicador é um dado relativo a uma variável significativa que caracteriza um fenômeno e serve de indicação para que atue sobre tal fenômeno. E, para se

tirar o máximo de proveito, a formulação e análise de indicadores devem ser articuladas em níveis segundo a sua utilização de entrada, saída, estado e gestão. Os indicadores ainda podem ser classificados em simples e complexos.

Para Martínez (1998), os indicadores tendem a ter as seguintes características: generalidade; correlação entre diferentes variáveis e contextos; quantificação, confiabilidade; oportunidade e possibilidade de se tornarem componentes essenciais de desenvolvimentos teóricos. As variáveis são os elementos que constituem ou caracterizam um fenômeno geralmente mensurável e expressam valores absolutos.

As estatísticas são tabuladas, e os resultados da medição de uma variável (ação, atributo, objeto) às vezes são usados de forma ampla para descrever a teoria e a metodologia (operacional) de uma medição.

3 BIBLIOMETRIA

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Bibliometria é uma ferramenta que possibilita a observação do estado da ciência e tecnologia por meio de toda a produção global científica, atribuindo um nível de especialização. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas.

Desse modo, a bibliometria estuda a organização dos setores científicos e tecnológicos com base nas fontes bibliográficas e patentes para a identificação dos autores, suas relações e tendências, compreendendo várias medições da literatura e de documentos (SPINAK, 1998; OKUBO, 1997).

Essa ferramenta pode ser definida como o ramo da ciência que se ocupa em quantificar os processos de comunicação escrita propiciando o estudo quantitativo da produção, disseminação e uso da informação registrada. Criado em 1969 por Alan Pritchard, o termo bibliometria surgiu no início do século 20 como recurso utilizado pelos cientistas e bibliotecários no acompanhamento do rápido desenvolvimento de várias áreas da ciência e de produção científica (MACIAS-CHAPULA, 1998; VAN RAAN, 1997).

Segundo Pritchard (1969), bibliometria é a ciência que estuda a natureza e o curso de uma disciplina por meio da contagem e análise dos vários processos de comunicação escrita, por intermédio da aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para livros e outros meios de comunicação.

No entanto, para Araújo (2006) e Spinak (1998), bibliometria tem alcance multidisciplinar e estuda os aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada, sendo uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico.

Nos Estados Unidos, a Fundação Nacional de Ciência publicou o primeiro indicador de ciência e engenharia em 1972. Desde então, a bibliometria tem sido orientada pela política de ciência. O grupo de bibliométricos de diferentes escolas tem proposto métodos para medir o crescimento da ciência relacionando sua metodologia com avaliação. Como resultado, a

bibliometria está entrando na fase de contribuir para avaliação. Muitos desses métodos têm sido apresentados por especialistas em seminários ao redor do mundo (OKUBO, 1997).

A bibliometria baseia-se na contagem de artigos científicos, patentes e citações. Dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, os dados podem ser tanto o texto que compõe a publicação quanto os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos de base de dados bibliográficos, como nome de autores, título, fonte, idioma, palavra-chave, classificação e citações (RAO, 1986; ZHU et al., 1999).

A bibliometria compreende a aplicação de análises estatísticas para estudar as características do uso e da criação de documentos; o estudo quantitativo da produção de documentos refletidos nas bibliografias; a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos no estudo do uso que se faz dos livros e outros suportes entre os sistemas de bibliotecas e dentro deles; o estudo quantitativo das unidades físicas publicadas ou das unidades bibliográficas ou de seus substitutos (SPINAK, 1998).

Para Vanti (2002), com a aplicação das técnicas bibliométricas, ocorrer as seguintes possibilidades:

- Identificar as tendências e o crescimento do conhecimento em uma área.
- Identificar as revistas do núcleo de uma disciplina.
- Mensurar a cobertura das revistas secundárias.
- Identificar os usuários de uma disciplina.
- Prever as tendências de publicação.
- Estudar a dispersão e a obsolescência da literatura científica.
- Prever a produtividade de autores individuais, organizações e países.
- Medir o grau e padrões de colaborações entre autores.
- Analisar os processos de citação e cocitação.
- Determinar o desempenho dos sistemas de recuperação da informação.
- Avaliar os aspectos estatísticos da linguagem, das palavras e das frases.
- Avaliar a circulação e uso de documentos em um centro de documentação.
- Medir o crescimento de determinadas áreas e o surgimento de novos temas.

Na década de 1970, segundo mais importante período da história da bibliometria, ocorreu um grande salto no volume de estudos a ela relacionados, devido à criação da base de dados de citação de artigos científicos Science Citation Index (SCI).

Fundado em 1963 por Eugene Garfield, na Filadélfia, EUA, a SCI abriu o caminho para todos aqueles que procuravam medir a ciência usando métodos quantitativos e objetivos. A existência da SCI não somente alavancou um grande número de estudos bibliométricos, como também favoreceu a emergência de uma nova geração de estudiosos na área, ratificando tratar-se de uma ferramenta que, de fato, contribui para a ciência (OKUBO, 1997).

Logo, a bibliometria tem-se tornado um termo genérico para um conjunto de medidas específicas e de indicadores. Sua finalidade é medir o resultado da investigação científica e tecnológica por dados oriundos tanto da literatura científica quanto da produção tecnológica, mensuradas pelas patentes. Ela trata da ciência, que pode ser tanto retratada mediante os resultados obtidos quanto baseada na noção de que a essência da pesquisa científica é a produção do conhecimento e que a literatura científica é a manifestação constituinte desse conhecimento (OKUBO, 1997).

De acordo com Spinak (1998) e Rostaing (1996), a bibliometria e suas leis têm encontrado uma série de aplicações em centros de informação, tais como:

- identificação dos periódicos do núcleo de cada área do conhecimento;
- avaliação da cobertura e impacto de periódicos;
- desenvolvimento de normas para padronização e de processos automatizados de indexação, classificação e confecção de resumos;
- identificação de usuários de diferentes áreas do conhecimento;
- avaliação dos serviços de disseminação seletiva de informação e estudos sobre dispersão e obsolescência científica.

A análise de dados bibliométricos fornece informações de orientações científicas e dinamismo dos países (ou de alguma outra unidade) e sua participação em ciência e tecnologia no âmbito nacional e internacional. Com essa metodologia, é possível identificar e representar redes científicas e enfatizar relacionamentos entre países, instituições e pesquisadores, bem como o impacto de grandes programas, além de ressaltar a estrutura das disciplinas científicas e suas relações. Logo, os dados bibliométricos e os indicadores podem ser utilizados como ferramenta para a descrição e expressão de questões relacionadas ao mundo da ciência (OKUBO, 1997).

3.2 LEIS DA BIBLIOMETRIA

O desenvolvimento da bibliometria teve início com a elaboração de três leis: Lei de Lotka, Lei de Bradford e Lei de Zipf.

A Lei de Lotka, formulada em 1962, tem como objetivo identificar a contribuição de cada autor no âmbito científico, relacionando o número de publicações com o de autores. Ela se embasa em um estudo sobre a produtividade dos cientistas mediante a contagem de autores presentes no Chemical Abstracts, entre 1909 e 1916. Com essa legislação, foi constatado que poucos autores publicam muito e muitos publicam pouco, independentemente da área do conhecimento analisada.

Segundo Araújo (2006), Rostaing (1996) e Rao (1986), a identificação relacionada por Lotka obedece à seguinte expressão:

$$Y = C/X^n \quad (1)$$

Onde Y é o número de autores, C é uma constante e N é número de publicações.

Essa lei pode ser definida como a análise sobre a distribuição de frequência de produtividade científica, o número de publicações em certo período de tempo, com a frequência de publicações por autores individuais (RAO, 1986).

A Lei de Bradford, ou a Lei da Dispersão, foi criada em 1934 e desenvolvida com o objetivo de identificar os periódicos mais representativos de determinada área por meio da distribuição dos assuntos tratados nos artigos. Ela permite, mediante a medição da produtividade das revistas, estabelecer o núcleo e as áreas de dispersão sobre um determinado assunto em um mesmo conjunto de revistas. Seu desenvolvimento ocorreu devido ao número crescente de periódicos científicos e às dificuldades de seleção e aquisição daqueles mais adequados para fazerem parte de acervos dos centros de informação (VANTI, 2002; FARIA, 2001)

A Lei Bradford é aplicada em bibliotecas para otimizar a aquisição de periódicos para o acervo em razão dos recursos disponíveis. Também é utilizada pelo Institute for Scientific Information (ISI) para selecionar periódicos que possam fazer parte da cobertura das suas bases de dados, como a Science Citation Index (SCI).

Em 1949, Zipf propôs uma lei, a Lei de Zipf, que trata da frequência da ocorrência de palavras em um texto, sendo representada por *ranking* em ordem decrescente, composto das diversas palavras que aparecem em determinado contexto (ROSTAIN, 1996). Ou seja:

$$f \times r = c$$

(2)

Onde f = frequência de aparição da palavra, r = posição da palavra no ranking, c =constante.

Portanto, a Lei Zipf descreve a frequência com que os elementos bibliométricos aparecem em um texto (FARIA, 2001).

3.3 OS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

A Ciência e a Tecnologia (C&T) representam uma enorme importância na sociedade em virtude de sua grande influência exercida no desenvolvimento econômico, político e cultural dos países. Concomitantemente, tem surgido a necessidade de realizar avaliações de desempenho da atividade científica e seu impacto na sociedade com o principal objetivo de adequar a alocação dos dispêndios de P&D, considerando um elemento essencial à gestão e ao planejamento científico de qualquer instituição ou país para obter uma rentabilidade máxima nos investimentos nesse campo (SANCHO, 1990).

Os indicadores podem ser compreendidos como dados estatísticos usados para medir algo intangível, os quais demonstram aspectos de uma realidade de muitos pontos de vista. A construção e o uso de indicadores de produção científica visam ao estudo de várias áreas do conhecimento, utilizado para o planejamento e a execução de políticas no setor e para o melhor conhecimento da comunidade científica sobre o sistema em que ela está inserida (FAPESP, 2005).

Por sua vez, os indicadores bibliométricos obtidos com base na contagem da produção científica e tecnológica publicada são indicadores de resultados. A obtenção desses indicadores é importante para análises relacionadas ao posicionamento da produção científica e tecnológica de um país em relação aos outros, além da comparação entre pesquisadores (FARIA 2001).

De acordo com a Fapesp (2005), os indicadores de produção científica e tecnológica são construídos pela contagem do número de publicações por tipo de documentos (livros, artigos, publicações científicas, relatórios) por instituição, área de conhecimento, país.

O indicador básico é o número de publicações e procura refletir características da produção ou do esforço empreendido, mas não mede a qualidade das publicações. Também são produzidos indicadores de participações percentuais, índices de crescimentos ou rateios, distribuição de produtividade de autores (Lei de Lotka), distribuição do uso do vocabulário (distribuição de Zipf), classificação de periódicos, distribuição de revistas por assunto (distribuição de Bradford), meia-vida de publicações, entre outros (FAPESP, 2005).

A criação de indicadores bibliométricos baseia-se em duas medidas principais: a frequência e a coocorrência dos elementos presentes em registros bibliográficos. A frequência é o número de registros em que um elemento aparece ao menos uma vez. A coocorrência é o número de registros em que dois elementos ocorrem simultaneamente. Com base na frequência e na coocorrência dos elementos, são elaboradas listas e matrizes aplicadas a diversos tipos de análise bibliométrica (ZHU et al., 1999).

Os indicadores de atividades são os mais simples. Eles são criados com base na contagem de publicações e visam à elaboração de listas de frequência ou *ranking* de pesquisadores, instituições, empresas e países. Em alguns casos, os indicadores de atividades são relacionados a um período. Em outras situações, é feita a contagem de publicações levando em conta a evolução ano a ano. Em suma, os indicadores de atividades são importantes para indicar quanto e por quem está sendo feito esforço na pesquisa e no desenvolvimento de um determinado assunto e sobre seu dinamismo (FARIA, 2001).

Em relação aos indicadores de produção científica, Okubo (1997) reconhece a existência de três tipos principais: indicadores de produção, indicadores de colaboração e indicadores de citação. Segundo esse autor, os indicadores de produção científica, quanto à contagem de artigos, fornecem uma medida inicial, simplificada e aproximada da quantidade de trabalho produzido por um cientista, um laboratório, uma escola, uma equipe de P&D nacional e/ou internacional, um país. Desse modo, em um determinado campo ou disciplina, a pesquisa dinâmica de um determinado país e de equipe pode ser monitorada e controlada o tempo todo.

É possível medir a produção ou atividade de pesquisadores ou de laboratórios dentro de um campo de pesquisa ou de uma especialidade enumerando os artigos que publicam em revistas

científicas. A contagem de publicações resulta em indicações sobre o dinamismo de um campo (crescimento, declínio ou estagnação do número total) e sobre a produtividade dos diferentes pesquisadores de uma área. Isso se aplica tanto a um país ou um conjunto de países quanto a uma instituição ou laboratório (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

É razoável usar o número de artigos como um indicador quando esse número é alto: a representação de um país, universidade, laboratório, campo de pesquisa. Esse tipo de indicador não é o ideal para medir a produção de um único pesquisador, por não indicar fator de qualidade dos artigos, e sempre há de se considerar a seletividade dos periódicos indexados nas bases. Esses indicadores não podem medir a quantidade ou qualidade do trabalho representado por um artigo. E, se o artigo é em coautoria com um número de pessoas, o papel de cada um somente é conhecido por elas mesmas (OKUBO, 1997).

A primeira característica do *ranking* por instituições com base na elaboração de indicadores a ser ressaltada é a existência de um conjunto de indicadores explicitados e medidos de forma quase independente por parte dos organizadores (ZAGO; DRUGOWICH, 2011).

O número de artigos em coautoria é um indicador de cooperação nacional ou internacional. A análise de coautoria é usada para identificar a cooperação por artigos que são escritos por no mínimo dois pesquisadores diferentes. É possível medir o volume do trabalho realizado por um grupo de cientistas em nível tanto individual ou institucional quanto nacional e internacional. Esse parâmetro mede o crescimento ou o declínio da cooperação das pesquisas em comparação com a pesquisa feita com um único cientista. O indicador de colaboração é um meio de medir o avanço da cooperação internacional na produção nacional de ciência e tecnologia (OKUBO, 1997).

Quando um artigo é escrito por vários autores, cada um deles indica sua filiação, o que possibilita saber se a pesquisa constitui uma colaboração entre várias instituições de pesquisa de diversos países. É uma maneira de traçar as redes internacionais de cooperação. Para construir um indicador de colaboração internacional, identificam-se, em um período de tempo específico, todas as publicações de um país em que pelo menos um autor estrangeiro tenha colaborado. Em seguida, é possível ter o total das publicações em colaboração com cada um dos outros países (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Teoricamente, a filiação usada para identificar de onde é o pesquisador é o que corresponde ao seu lugar de trabalho, e não de residência ou país de origem. A identificação do artigo

depende de como a filiação está listada, o que pode causar um problema, especialmente porque alguns institutos, universidades e laboratórios de pesquisa podem estar listados nas bases de dados com diferentes nomes (OKUBO, 1997).

As dificuldades com os indicadores de colaboração derivam da diversidade de métodos de medida (“fração” *versus* “inteiro”) e dependem da aproximação dos diferentes resultados. O problema pode ser como lidar com um número de coautores (de diferentes países) num único artigo ou como dar conta de um único autor tendo várias filiações. Neste caso, um cientista temporário de destaque de seu laboratório participa de uma pesquisa em uma instituição estrangeira. Assim, se o autor indicar um laboratório principal, este terá todos os créditos pelo artigo. Entretanto, se o autor listar ambos os laboratórios, o artigo será creditado para ambas as instituições e países e aparecerá como coautoria internacional (OKUBO, 1997).

As colaborações internacionais também têm sido relacionadas ao aumento das publicações brasileiras nas últimas décadas. Segundo dados da National Science Foundation (NSF) e de outros estudos, as colaborações internacionais com outros países também vêm elevando a visibilidade da ciência na América Latina. O Brasil contribuiu com 46 países em 1998 e com 103 países em 2001 (NSF, 2010; VASCONCELOS, 2008; FAPESP, 2005; LETA, 2003; CHAIMOVICH, 2002)

Os indicadores de citação são utilizados para medir tanto o impacto dos artigos citados como a sua utilidade. Entende-se que um artigo tem qualidade na medida em que tenha um impacto na comunidade científica. Os autores citam uns aos outros por uma série de razões, e basicamente as citações podem ser divididas em dois grupos: em um, enfatiza-se a inovação contida no artigo; no outro, o autor reconhece e dá crédito ao trabalho anterior (OKUBO, 1997).

As redes de dependência ou influência entre sistemas nacionais de investigação científica podem ser analisadas por meio das citações. É possível analisar as citações feitas por autores de um país de artigos publicados por pesquisadores de outro país. As análises relacionadas e baseadas nas citações podem conduzir a estudos detalhados de uma rede de investigação em que está inserido um pesquisador ou um grupo de pesquisadores (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Por outro lado, alguns autores tendem a citar trabalhos produzidos tanto pela própria comunidade científica quanto por autores que estão em destaque naquele momento. Existem

muitas razões que sugerem que o autor escolha um trabalho importante ou cite uns mais que outros, porém essas razões são impossíveis de identificar. Outro fator é que os pesquisadores podem citar os próprios trabalhos, o que possibilita o aumento do número de citações em que eles recebem crédito. Citar a si mesmo é um fenômeno que acontece, e esse problema não se torna menor se a quantidade de dados analisados é alta (OKUBO, 1997).

As redes de citações destacam as opiniões atribuídas pela comunidade científica para os trabalhos passados em andamento. Um artigo científico pode ser caracterizado pela revista em que se publica, mas as referências que ele contém remetem a outros artigos e, por consequência, a outras revistas. Ao considerar o conjunto dos artigos que aparecem em determinada revista, é possível ver todas as referências utilizadas e, assim, estabelecer uma lista das revistas em que as publicações são citadas. Desse modo, pode-se contar igualmente o número de citações atribuídas à revista e medir a intensidade das relações estabelecidas (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo tratou da bibliometria, ferramenta que possibilita a observação do estado da ciência e tecnologia por meio de toda a produção global científica, atribuindo um nível de especialização. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas.

Dessa maneira, a bibliometria estuda a organização dos setores científicos e tecnológicos com base nas fontes bibliográficas e patentes para a identificação dos autores, suas relações e tendências, compreendendo várias medições da literatura e de documentos (SPINAK, 1998; OKUBO, 1997).

Essa ferramenta pode ser definida como o ramo da ciência que se ocupa em quantificar os processos de comunicação escrita propiciando o estudo quantitativo da produção, disseminação e uso da informação registrada. Criado em 1969 por Alan Pritchard, o termo bibliometria surgiu no início do século 20 como recurso utilizado pelos cientistas e bibliotecários no acompanhamento do rápido desenvolvimento de várias áreas da ciência e de produção científica (MACIAS-CHAPULA, 1998; VAN RAAN, 1997).

No entanto, Araújo (2006) e Spinak (1998) consideram a bibliometria como uma ferramenta multidisciplinar que estuda os aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada, sendo uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico.

Nos Estados Unidos, a Fundação Nacional de Ciência publicou o primeiro indicador de ciência e engenharia em 1972. Desde então, a bibliometria tem sido cada vez mais orientada pela política de ciência. O grupo de bibliométricos de diferentes escolas tem proposto vários métodos para medir o crescimento da ciência relacionando sua metodologia com avaliação.

A seção 3.2 tratou das leis da bibliometria, cujo desenvolvimento teve início com a elaboração de três leis: Lei de Lotka, Lei de Bradford e Lei de Zipf.

A Lei de Lotka, formulada em 1962, tem como objetivo identificar a contribuição de cada autor no âmbito científico, relacionando o número de publicações com o de autores. Ela se embasa em um estudo sobre a produtividade dos cientistas mediante a contagem de autores presentes no Chemical Abstracts, entre 1909 e 1916. Com essa legislação foi constatado que poucos autores publicam muito e muitos publicam pouco, independentemente da área do conhecimento analisada.

A Lei de Bradford, ou a Lei da Dispersão, foi criada em 1934 e desenvolvida com o objetivo de identificar os periódicos mais representativos de determinada área por meio da distribuição dos assuntos tratados nos artigos. Ela permite, mediante a medição da produtividade das revistas, estabelecer o núcleo e as áreas de dispersão sobre um determinado assunto em um mesmo conjunto de revistas. Seu desenvolvimento ocorreu devido ao número crescente de periódicos científicos e às dificuldades de seleção e aquisição daqueles mais adequados para fazerem parte de acervos dos centros de informação (VANTI, 2002; FARIA, 2001)

Em 1949, Zipf propôs uma lei, a Lei de Zipf, que trata da frequência da ocorrência de palavras em um texto, sendo representada por *ranking* em ordem decrescente, composto pelas diversas palavras que aparecem em determinado contexto (ROSTAIN, 1996).

A seção 3.3 tratou dos indicadores bibliométricos de produção científica e tecnológica. Os indicadores podem ser compreendidos como dados estatísticos usados para medir algo intangível, os quais demonstram aspectos de uma realidade de muitos pontos de vista. A construção e uso de indicadores de produção científica objetivam o estudo de várias áreas do

conhecimento, utilizados para o planejamento e a execução de políticas no setor e para o melhor conhecimento da comunidade científica sobre o sistema em que está inserida (FAPESP, 2005).

4 O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

4.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A indústria da construção civil caracteriza-se por ser um setor que tem um produto não homogêneo e não seriado, que depende de encomendas, o que implica a produção de um produto único. É um setor extremamente heterogêneo em qualquer aspecto: seja pela abrangência de atividades, seja pela tipologia das empresas; seja pelas tecnologias e qualificação de pessoal, seja pela dispersão geográfica. É uma indústria atípica com uma dependência recíproca existente entre o produto e o processo produtivo (SOUTO, 2003; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2009).

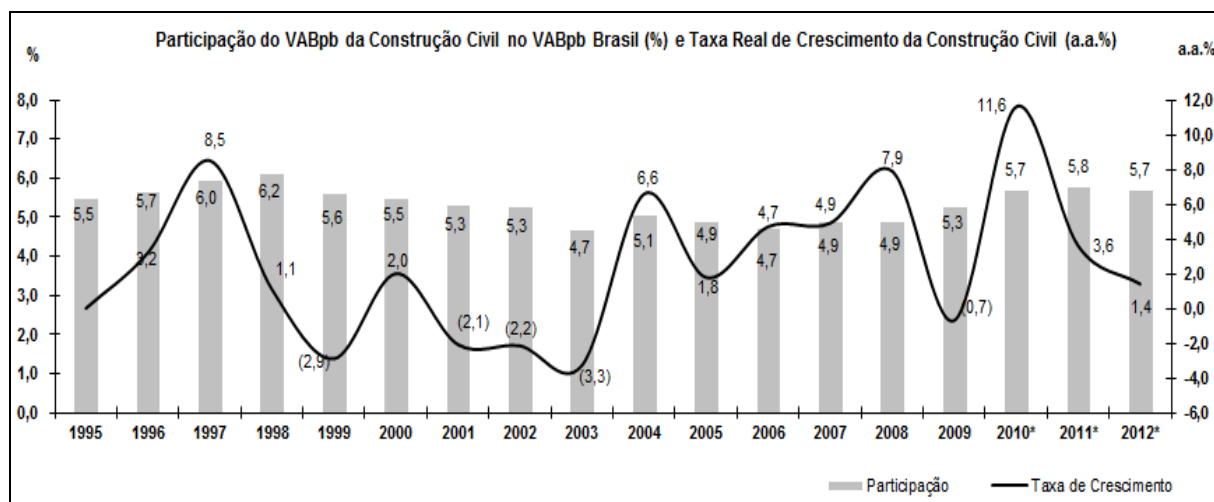
A indústria da construção civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange setores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços, como escritórios de projetos arquitetônicos, serviços de engenharia, empreiteiros, entre outros.

Abriga desde indústrias de tecnologia de ponta e capital intensivo, como cimento, siderurgia, química, até milhares de microempresas de serviços, a maior parte com baixo conteúdo tecnológico. Sendo assim, uma das características marcantes do setor da construção civil é a sua heterogeneidade (DECONCIC, 2008).

A despeito da heterogeneidade, o setor da construção civil representa grande importância para o desenvolvimento econômico e social do país, destacando-se pela quantidade de atividades que intervêm em seu ciclo de produção, gerando consumo de bens e serviços de outros setores, além de absorver grande parte da mão de obra brasileira não especializada (BNDES, 2010).

Até 2003, o cenário da construção civil passou por um período de instabilidade, caracterizado pela falta de incentivo, baixa disponibilidade de recursos e inexpressiva presença de financiamento imobiliário. No entanto, o setor começou, desde 2004, a dar sinais de expansão devido ao aumento dos investimentos em obras de infraestrutura e em unidades habitacionais. A Figura 1 apresenta o índice de crescimento anual *versus* a participação do valor adicional bruto na participação brasileira (VABpb) da construção civil.

FIGURA 1 – Participação do VABpb da construção civil no VABpb Brasil (%) e índice real de crescimento da construção civil (a.a.%)

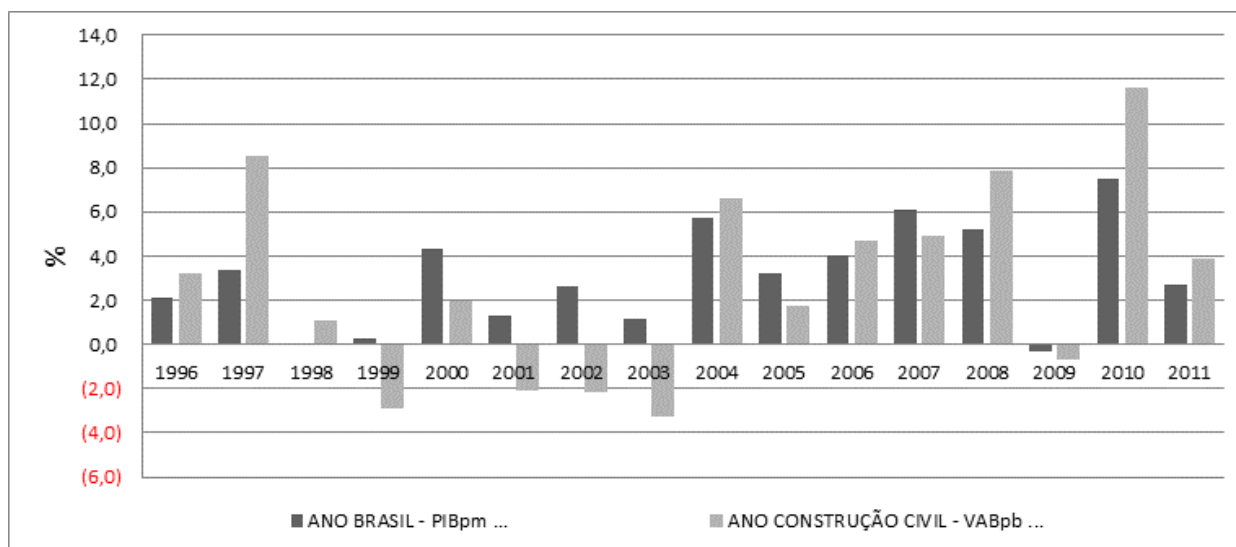


Fonte: CBIC (2013).

Nos últimos anos, o processo de mudança no setor da construção civil foi intensificado com o aumento tanto dos investimentos em obras de infraestrutura e em unidades habitacionais quanto do crédito, incluindo o apoio dos bancos públicos ao setor produtivo no momento mais agudo da crise financeira de 2009, nas quedas das taxas de juros, em obras públicas, as de infraestrutura dentro do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), habitação, como o Programa Minha Casa, Minha Vida, e a redução dos impostos. O resultado desses investimentos foi a representação desse setor no crescimento expressivo da economia nacional (DIEESE, 2011).

Em 2010, a cadeia da construção civil acompanhou a tendência nacional com o índice de crescimento de 11,6%, o melhor desempenho dos últimos 24 anos, segundo dados do PIB setorial. O Valor Adicional Bruto (VAB) da cadeia da construção civil obteve um aumento de 13,6% nos três trimestres de 2010, em relação ao mesmo período do ano anterior. Em 2011, houve uma variação negativa do PIB da indústria (-0,4%), porém a atividade da construção civil apresentou um crescimento de 3,1% em relação ao aumento do PIB brasileiro de 2,7%, conforme demonstra a Figura 2.

Segundo o IBGE (2012), o desempenho da construção civil em 2011 ocorreu em razão do aumento da população ocupada no setor, acumulando um crescimento de 3,9%, e do desempenho do crédito direcionado. Além de sua participação direta no produto interno, a indústria da construção civil age sobre uma extensa cadeia produtiva de fornecedores, serviços de comercialização e manutenção.

FIGURA 2 – Índice real de crescimento do PIB brasileiro e VABpb da construção civil

Fonte: CBIC (2012).

As projeções de crescimento da cadeia para os próximos anos também são promissoras, principalmente devido aos novos programas de investimento, com forte impacto na construção civil que vem sendo proposto pelo poder público. Uma dessas iniciativas é o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Além disso, podem-se destacar os investimentos programados para a realização das obras de infraestrutura de transportes e logística, exploração do pré-sal, Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos de 2016 (DIEESE, 2011).

Com grandes investimentos previstos para infraestrutura na área de energia, estádios e arenas esportivas, infraestrutura e aeroportos, em mobilidade urbana, readequação viária e saneamento, o governo e os empresários do setor sinalizam os desafios a serem enfrentados por esse segmento: o enfrentamento da precária capacidade de gestão dos investimentos, a gestão empresarial deficiente nos canteiros de obras, a falta de qualificação profissional dos trabalhadores e a regulamentação ambiental (DIEESE, 2011).

O setor da construção civil está entre os oito maiores geradores de emprego formal, considerando os setores da Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE), métrica importante para avaliação do desempenho do setor. A construção civil, por essência, faz uso intensivo de mão de obra, e a evolução dos números relacionados a isso também proporciona base para o entendimento do nível de atividade da indústria, como mostra a Tabela 1.

Entre janeiro e dezembro de 2010, foram gerados 254.178 novos empregos formais no ramo da construção, crescimento de 43,5% em relação a 2009 e o melhor saldo da série histórica iniciada em 1996. Com esse desempenho, o setor representou quase 12% da geração total de postos de trabalho no Brasil, que chegou a 2.137 mil no ano (CAGED, 2012).

TABELA 1 – Saldo do emprego formal por setor de atividade econômica no Brasil (2007 a 2010)

Sector de Atividade	2007	2008	2009	2010
Indústria Total	412.098	195.311	17.885	519.225
Serviços	587.103	648.259	500.177	864.250
Comércio	405.091	382.218	297.157	519.613
Indústria de Transformação	394.584	178.675	10.865	485.028
Construção Civil	176.755	197.868	177.185	254.178
Agropecuária	21.093	18.232	-15.369	-25.946
Administração Pública	15.252	10.316	18.075	5.627
Extrativa Mineral	9.762	8.671	2.036	16.343
Serv. Ind. Utilidade Pública	7.752	7.965	4.984	17.854
Total	1.617.392	1.452.204	995.110	2.136.947

Fonte: CAGED (2012).

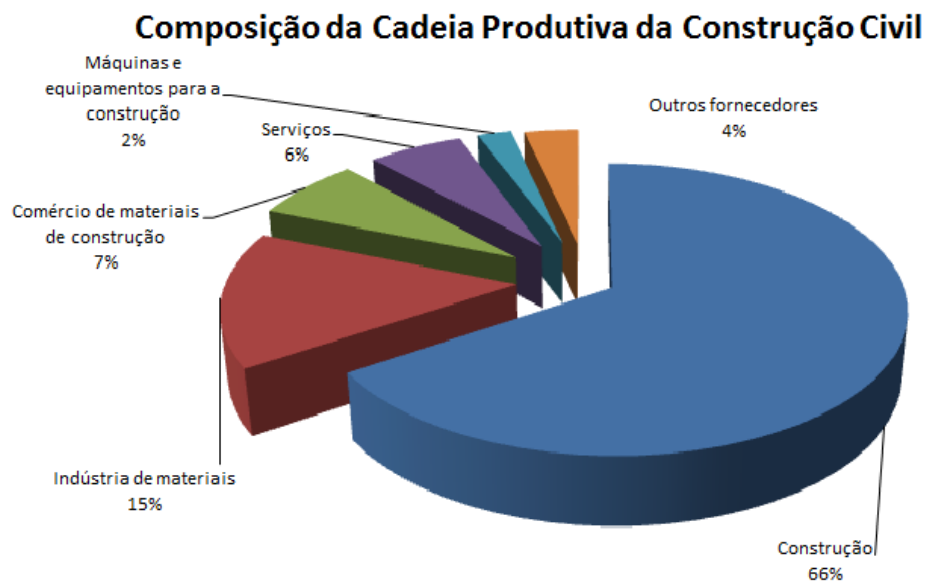
De acordo com IBGE (2012), em 2012 essa indústria empregou 1,8 milhão de trabalhadores, e o grupo de atividades de construção de edifícios e obras de engenharia é responsável por quase 75% desses empregos. Em estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Associação Brasileira da indústria de materiais de construção (Abramat, 2009), incluindo a autogestão e a autoconstrução, estima-se em R\$ 7 milhões o número de trabalhadores na construção civil, o que gerou um PIB de R\$ 137 bilhões.

Conforme citado pela Abramat (2011), em 2010 a cadeia produtiva da construção civil representou 8,1% do PIB brasileiro, sendo responsável, em números absolutos, por R\$ 297,6 bilhões do valor agregado total da economia brasileira. No período de 2009 a 2010, o PIB da cadeia produtiva cresceu 15,3% em termos reais, acima do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC), resultado bem aquém de período anterior (4,5% em 2009), devido aos efeitos da crise econômica de 2009. Dos componentes da cadeia produtiva, as indústrias de material de construção somaram R\$ 105,4 bilhões, acréscimo de 8,2% acima do INCC. No varejo, as vendas cresceram 13,7%, chegando a R\$ 55,2 bilhões.

De acordo com a Figura 3, que mostra a composição da cadeia produtiva da construção civil em 2010 (ABRAMAT, 2011), é possível observar que a construção civil é o elemento central da cadeia produtiva, correspondendo a 66,0% do valor agregado total. Em seguida, está a indústria de material com 15% do total.

Entretanto, apesar da retomada para o crescimento, o setor da construção civil ainda é considerado uma indústria tradicional, com baixo nível de desenvolvimento e modernização. Essas características são decorrentes de problemas, como a resistência a mudanças por parte da população, a fragmentação da cadeia de suprimentos, o baixo uso de tecnologias, a falta de padronização de processos e produtos, a falta de qualificação de mão de obra, entre outros fatores (GARCIA MESSENGUER, 1991; BARROS NETO, 1999; MDIC, 2003; FIESP, 2008).

FIGURA 3 – Cadeia Produtiva da Construção Civil – 2010



Fonte: ABRAMAT; FGV Projetos (2011).

4.2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil possui baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), não sendo possível quantificar corretamente esse volume. O setor possui um histórico de baixa velocidade de difusão de novos recursos tecnológicos, contrapondo-se aos demais setores nos quais as inovações tecnológicas são rapidamente absorvidas, implantadas e aperfeiçoadas (MARTINS; BARROS, 2003).

Os maiores investimentos em P&D em construção civil são originados de investimentos públicos, majoritariamente por meio do CNPq, Finep e Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), que apoiam pesquisas em empresas inseridas em programas de modernização. Em 2011, foram investidos R\$ 85.161.377 pelo CNPq em C,T&I para o desenvolvimento da Política Nacional em Ciência e Tecnologia. Desses recursos, 2,52% foram destinados à área de conhecimento em Engenharia Civil. A Tabela 2 indica o crescimento em investimentos em C,T&I pelo CNPq na área de pesquisa na Engenharia Civil.

Tabela 2 – Investimentos CNPq em C,T&I (milhões de reais)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Engenharia Civil	2.211.938	1.380.415	5.834.181	5.033.812	3.070.276	3.978.155	2.144.354

Fonte: CNPq (2012).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Na Finep, o principal programa de apoio voltado a uma das áreas da Engenharia Civil, o segmento da construção civil é o Programa de Tecnologia de Habitação (Habitare). Implantado em 1995, o programa destinou mais de R\$ 20 milhões para pesquisa na área de tecnologia do ambiente construído. O aporte financeiro conta com o apoio da Caixa Econômica Federal, do CNPq, na forma de bolsas, e de várias instituições públicas e privadas que são intervenientes nos projetos desenvolvidos pelas universidades do país.

O programa Habitare está consolidado e atualmente é considerado como uma das principais fontes de financiamento de pesquisa tecnológica, contribuindo para desenvolver conhecimento no setor da construção habitacional e para inserir inovações e melhorias. O programa também colabora para modernizar a infraestrutura dos laboratórios e formar recursos humanos.

Por sua vez, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social apoia a cadeia da construção civil mediante a concessão de crédito, considerando desde os fornecedores de material, componentes e sistemas construtivos até as construtoras. Os investimentos realizados pelo BNDES para o setor têm como objetivo aumentar a competitividade empresarial por meio de melhorias de qualidade e produtividade.

Além disso, o BNDES possui um Fundo de Estruturação de Projetos (FEP), estudos técnicos ou pesquisa científica relacionados ao Desenvolvimento Econômico e Social do Brasil e da América Latina que possam orientar a formulação de políticas públicas ou a implicação significativa de investimentos públicos e privados (BNDES, 2009).

De acordo com o Programa Inovação Tecnológica na Construção (PIT) – órgão integrante da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) –, a P&D na construção civil ocorre em três agentes (PIT, 2012):

- i) fabricantes de materiais e sistemas construtivos;
- ii) empresas incorporadoras e construtoras;
- iii) universidades e institutos de pesquisa atuantes na área da construção ou em áreas de interface.

Esses agentes são considerados como líderes no processo de desenvolvimento e inovação. No entanto, a maioria das inovações tecnológicas nasce no desenvolvimento da indústria, e, em alguns desses processos, ocorre a participação de pesquisadores de universidades e institutos de pesquisas (PIT, 2012).

Na área da pesquisa científica, podem-se destacar os Grupos de Pesquisas, localizados em universidades, institutos isolados de ensino superior, institutos de pesquisa científica, institutos tecnológicos, laboratórios de P&D de empresas estatais e privadas. No Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq, constatou-se a existência de 206 grupos cadastrados que incluem a construção civil (palavra-chave utilizada) como seu objeto de pesquisa.

A produção científica e tecnológica desses grupos é respeitável conforme o padrão internacional, cujos líderes são personalidades de referência no cenário nacional e internacional. Nesses grupos se destacam os localizados nas Regiões Sul e Sudeste, que dispõem dos principais programas de pós-graduação do país em Engenharia Civil, como demonstra o Anexo B.

Além da base de dados do CNPq sobre centros de pesquisa, pode-se ressaltar a importância do banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Esta, por sua vez, desempenha um papel fundamental na expansão e consolidação de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todo o país. Também possui a missão de avaliar,

periodicamente, todos os cursos de pós-graduação no Brasil, em todas as áreas do conhecimento, atribuindo-lhes conceitos que variam de 1 a 7.

Dos 108 programas de pós-graduação da área denominada Engenharia I, 67 estão voltados à pesquisa na área da construção, conforme mostra o Anexo B. Desses 67, 35 programas obtêm notas de 7 a 4, o que significa um nível bom de excelência, e 32 programas com nota 3 são considerados como nível mínimo para serem credenciados como programas de pós-graduação. Apesar do grande crescimento dos programas de pós-graduação no país, é baixa a transferência de conhecimento acumulado na rede de pesquisa e desenvolvimento tecnológico das universidades e institutos de pesquisas relacionados à Engenharia Civil para a cadeia produtiva (CAPES, 2014).

Os principais programas de pós-graduação no Brasil, citados no Anexo B, e suas linhas de pesquisas envolvem as seguintes áreas:

1. solo e geotecnia;
2. estruturas (incluindo análise dinâmica, pré-fabricados, estruturas metálicas, comportamento das estruturas em situação de incêndio);
3. material de construção (foco em concreto e argamassa);
4. desempenho térmico, acústico, lumínico;
5. sistemas prediais;
6. gerenciamento da construção (com diferentes abordagens envolvendo planejamento de empreendimentos, planejamento da produção, tecnologia da informação, gestão da cadeia de suprimentos, gestão da qualidade, etc.);
7. gestão de “*facilities*”.

Nas pesquisas das universidades, não é identificado o desenvolvimento de novos conceitos de produtos que tenham interação com o processo de produção no mercado. Além disso, as dissertações de mestrado, teses de doutorado e trabalhos publicados têm baixa incidência de temas relacionados à inovação ou à transformação desses projetos de pesquisa em produtos e processos inovadores para o setor da construção civil (PIT, 2012).

A área da construção civil também conta com seis institutos de pesquisa que atuam especificamente nesse setor, a saber:

- CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, no Rio Grande do Sul.
- TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná, no Paraná.

- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em São Paulo.
- CEPED – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, na Bahia.
- ITEP – Instituto de Tecnologia de Pernambuco, em Pernambuco.
- NUTEC – Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará, no Ceará.

De acordo com Viotti e Macedo (2003), em 2007 a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) desenvolveu um Programa Inovação Tecnológica na Construção (PIT), cujo objetivo é disseminar o estudo, análise e definição de diretrizes para a criação, difusão e avaliações de inovações tecnológicas na Engenharia brasileira. Os processos de criação, difusão e uso do conhecimento e os processos de geração de inovação estão condicionados à influência simultânea de fatores institucionais, econômicos e de gestão.

A inovação é encarada como um processo social e sistêmico, com a participação cada vez maior de um grande número de atores. Os efeitos das inovações para a Construção Civil e para a sociedade são necessários ao processo de desenvolvimento econômico e social do país. No projeto do Programa Inovação Tecnológica da Construção (ITC), a CBIC utilizou o conceito de inovação do Manual de Oslo, caracterizando as inovações em construção civil da seguinte maneira:

- inovações de produto — Inovações no produto edifício ou em um ou mais de seus subsistemas, componentes ou materiais;
- inovações de processo — Inovações dos processos de produção dos edifícios que podem ser obtidas por meio de inovação em produtos intermediários, como tipos de subsistemas, componentes ou materiais que têm impacto no processo;
- inovações organizacionais — Inovações que afetam a organização das empresas do setor e seus processos não diretamente relacionados à produção, como implementação de *softwares*, criação de novos métodos para processos, como planejamento, orçamento, projeto, entre outros;
- inovações de *marketing* — Inovações que se referem a novas formas de relacionamento com os clientes, promoção dos produtos, comunicação com o mercado.

Estudos realizados por PIT (2012) constataram que as inovações introduzidas no mercado na área da Construção Civil, segundo as categorias de inovações de produtos, processos, organizacionais e de *marketing*, mostraram que há pouca intervenção das instituições de

pesquisa na dinâmica de geração e absorção de inovações nos empreendimentos desenvolvidos nos vários segmentos. A grande maioria das inovações tecnológicas nasceu no desenvolvimento da indústria, registrando-se casos em que o desenvolvimento e aperfeiçoamento da tecnologia contaram com a participação de pesquisadores de universidades e/ou instituto de pesquisa.

Nas empresas incorporadoras e construtoras, os processos de difusão de inovações de seus produtos, processos e formas de gestão no segmento imobiliário são desenvolvidos internamente nas organizações pelos seus projetistas, assim como os novos sistemas desenvolvidos em projeto. A inovação organizacional no âmbito da Construção Civil ainda é de baixa escala; no entanto, possui a participação de algumas instituições de pesquisa específicas para o setor (PIT, 2012).

A Construção Civil conta com um sistema de inovação incompleto, principalmente do baixo nível de interação entre o processo produtivo e a atividade científica e tecnológica. O setor sofre com as dificuldades decorrentes da inexistência de um sistema de validação das inovações, de modo que sejam aceitas pelos órgãos de financiamento (PIT, 2012).

Quanto ao desenvolvimento de um sistema de C,T&I da Construção Civil para auxiliar no processo decisório referente aos investimentos de políticas públicas e privadas, o setor deverá contar com um conjunto de instituições que se desenvolverá para fortalecer o setor na capacidade de pesquisa, adaptações tecnológicas, formação de recursos humanos altamente qualificados e geração de conhecimentos.

Da mesma forma, será necessário um rompimento das barreiras existentes entre os agentes de produção e o meio da pesquisa. A aproximação do conhecimento técnico e científico aperfeiçoará os projetos de investimentos em P&D que contribuirão para inovar produtos, processos, serviços, organização e *marketing* para a Construção Civil (CGEE, 2008).

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Na seção 4.1 foram apresentadas considerações iniciais sobre a importância estratégica da construção civil como propulsora da atividade econômica, principalmente devido ao volume de recursos que são movimentados; a extensa cadeia de fornecedores; a capacidade de geração

de mão de obra, inclusive pessoas com baixo grau de escolaridade. Sua cadeia produtiva responde por 8,5% do PIB Nacional e 18,3% do PIB da indústria (CBIC, 2012).

No entanto, a natureza das inovações na Construção Civil, de acordo com o Anuário IEL (2010), é majoritariamente gradual, com uma baixa frequência de inovações radicais. Miozzo e Dewick (2005) revelam que, na indústria da Construção Civil, as inovações incrementais predominam e não são implementadas na empresa como um todo, mas, sim, em parte dos projetos em que a empresa está engajada. Esses dois autores acrescentam que esses projetos normalmente possuem caráter colaborativo com outras empresas e que, conseqüentemente para a implementação de inovações, existe a necessidade de negociação entre as partes componentes.

A seção 4.2 foi dedicada ao tema tecnologia e inovação na construção civil. Por possuir baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), não é possível quantificar corretamente esse volume. O setor possui um histórico de baixa velocidade de difusão de novos recursos tecnológicos contrapondo-se aos demais setores nos quais as inovações tecnológicas são rapidamente absorvidas, implantadas e aperfeiçoadas (MARTINS; BARROS, 2003).

Os maiores investimentos em P&D na área da Construção Civil são originados de investimentos públicos, majoritariamente por meio do CNPq, Finep e Banco Nacional do Desenvolvimento, que apoiam pesquisas em empresas inseridas em programas de modernização.

Nas pesquisas das universidades, não é identificado o desenvolvimento de novos conceitos de produtos que tenham interação com o processo de produção no mercado. Além disso, as dissertações de mestrado, teses de doutorado e trabalhos publicados têm baixa incidência de temas relacionados à inovação ou à transformação desses projetos de pesquisa em produtos e processos inovadores para a Construção Civil (PIT, 2012).

5 ABORDAGEM METODOLÓGICA

5.1 TIPO DA PESQUISA, POPULAÇÃO E AMOSTRA

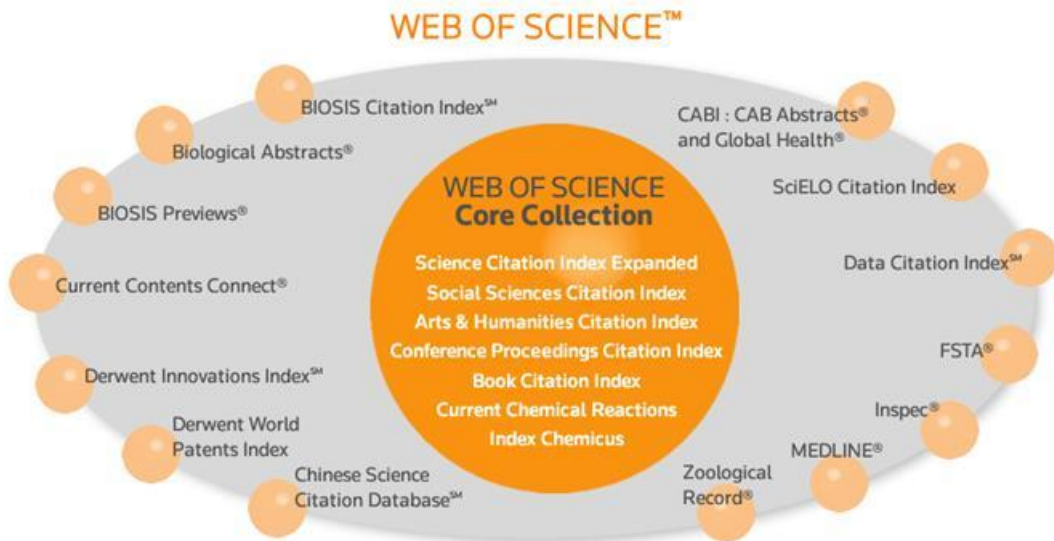
A metodologia constitui um conjunto de técnicas fundamentais para a elaboração do trabalho científico. Ao realizar um estudo, devem-se selecionar os procedimentos metodológicos científicos mais adequados para a resposta ao problema de pesquisa e ao cumprimento dos objetivos pretendidos (YIN, 2010; GIL 2010).

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva do tipo bibliográfica e levantamento, com abordagem metodológica quantitativa e qualitativa, por almejar uma descrição e análise estatística para o tratamento e análise dos dados obtidos referentes às produções científicas e tecnológicas da área do conhecimento Engenharia Civil. O *software* de apoio à análise estatística dos dados será o VantagePoint.

A população deste estudo compreende o universo da produção científica e tecnológica da área Engenharia Civil obtida por meio das pesquisas realizadas na base de dados multidisciplinar da Web of Science e da Derwent Innovations Index (DII).

A pesquisa abrangeu 218.999 dados de produção científica na base de dados da Web of Science no período de 1970 a 2012 e 257.887 registros de produção tecnológica coletados na base de dados da Derwent Innovations Index (DII), no período de 2001 a 2012, ambas relacionadas à área de conhecimento Engenharia Civil.

A Web of Science, disponível pela plataforma Thomson Reuters Web of Science, é um sistema de base de dados multidisciplinar desenvolvido pela Thomson Scientific – Institute for Science Information (ISI) e foi escolhida como fonte de dados bibliográficos para avaliar a relação entre autores, instituições, Estados, áreas de conhecimento e países das áreas analisadas. A Figura 4 mostra as bases de dados disponíveis na WoS. Das bases de dados que compõem a Web of Science (WoS), foram utilizadas a Science Citation Index – Expanded (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) e Conference Proceedings Citation Index (CPCI).

FIGURA 4 – Bases de dados que compõem a Web of Science

Fonte: Thomson Reuters (2014).

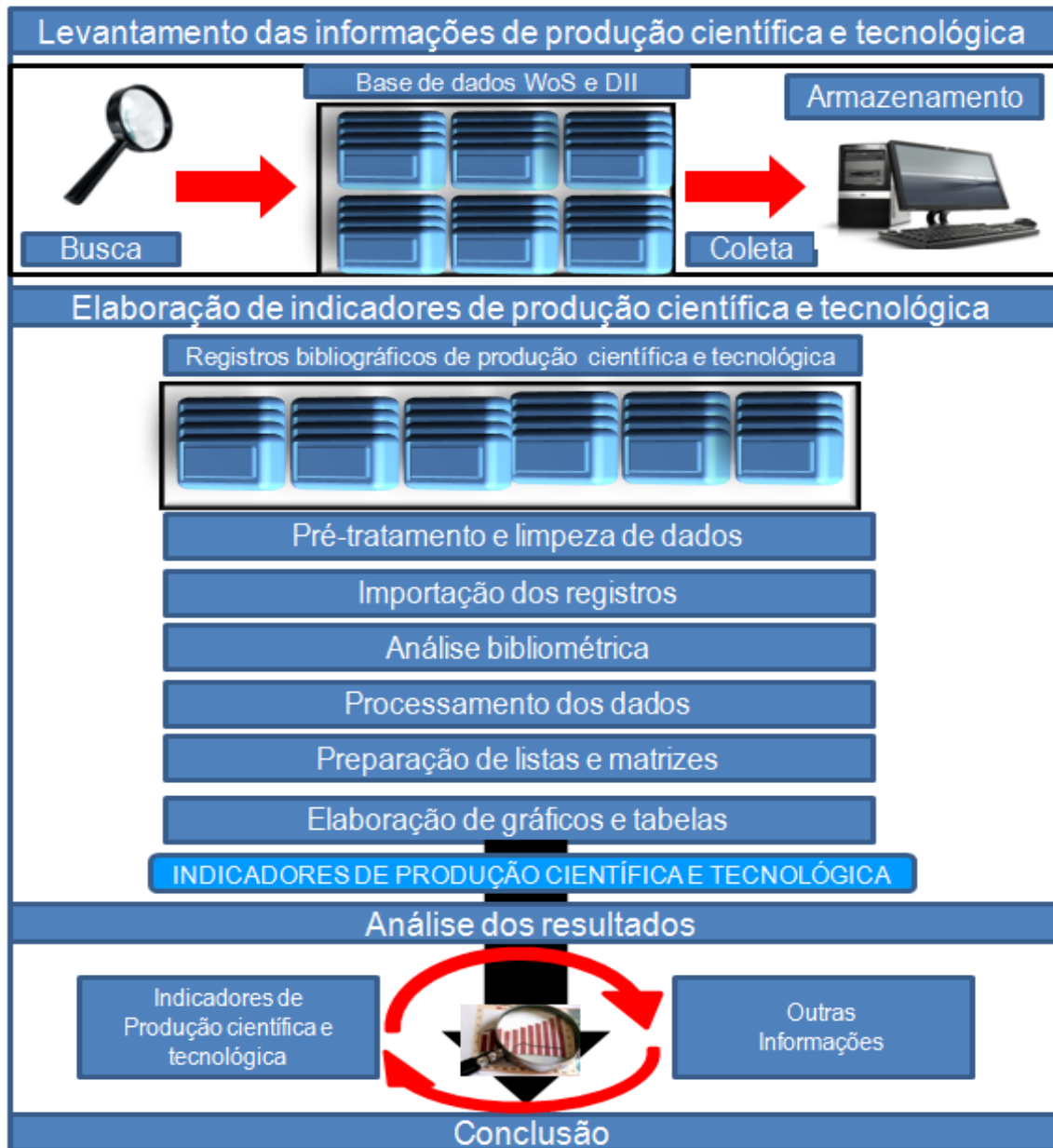
A Web of Science possui dados que podem ser selecionados de acordo com a área de conhecimento (ciência, ciências sociais, artes e humanidades). É reconhecida na literatura científica e técnica como uma ferramenta de indexação que fornece os dados das importantes áreas da ciência e da pesquisa tecnológica (BOYACK et al., 2005).

A base de dados Derwent Innovations Index (DII) possui registros bibliográficos de documentos de patentes depositados nos principais escritórios de patentes do mundo, com o total de 40 depositários. Os dados foram indexados desde 1963. A base possui uma cobertura de temas divididos em três categorias principais: Química, Engenharia e Eletricidade e Eletrônico. A DII possibilita a busca em vários campos dos registros bibliográficos de patentes, entre os quais se destacam títulos e resumos, inventor, número de patentes, código de classificação internacional de patentes e titular ou detentor das patentes (THONSON REUTERS, 2013).

5.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA PESQUISA

A Figura 5 descreve as atividades e os procedimentos utilizados na pesquisa para a elaboração de indicadores bibliométricos de produção científica e tecnológica com base no levantamento das informações referente à área da Engenharia Civil.

FIGURA 5 – Fluxograma simplificado do procedimento para a elaboração de indicadores bibliométricos



Fonte: Milanez (2011).

Nota: Dados adaptados pela autora.

De maneira geral, os passos representados na Figura 5 podem ser sintetizados da seguinte forma:

- A pesquisa iniciou-se com a busca nas bases reunidas na Web of Science de registros bibliográficos de produção científica e tecnológica da área de conhecimento Engenharia Civil, utilizando as categorias da WoS denominadas Engineering, *Civil* e Construction & Building Technology.
- Em seguida, foram realizados o pré-tratamento e limpeza dos dados.

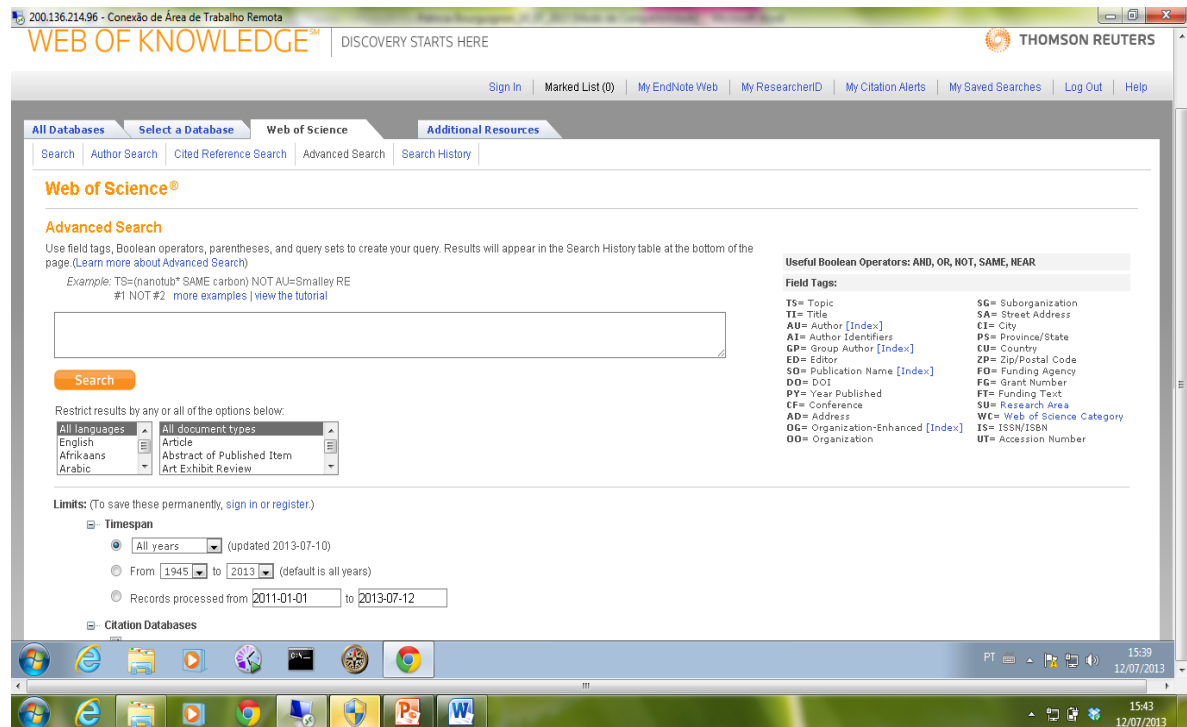
- Na sequência, os dados foram exportados no formato texto para serem reagrupados e importados no *software* de análise de dados textuais (VantagePoint). Esse procedimento foi necessário em razão do volume de dados tratados e da não interligação direta da base Web of Science e o *software* VantagePoint.
- Após o processamento dos dados, foram realizadas as análises bibliométricas. Listas e matrizes de frequências foram elaboradas e exportadas, com a finalidade de elaborar gráficos e tabelas por outros programas (*Microsoft Excel* principalmente);
- Após a elaboração dos indicadores, foram realizadas análises integradas com informações e conhecimentos obtidos da revisão de trabalhos de outros autores e *sites* oficiais;
- Por fim, apresentaram-se as conclusões da pesquisa e o conjunto de sugestões para trabalhos futuros, visando ao aprofundamento e/ou complementação da pesquisa realizada.

5.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

5.3.1 Coleta dos dados de produção científica

A primeira etapa deste estudo começou por meio da busca de dados de registros bibliográficos de produção científica, referentes à área do conhecimento Engenharia Civil, com ênfase em construção civil, por meio da pesquisa realizada na base de dados da Web of Science. A Figura 6 mostra a tela principal desse aplicativo.

A Web of Science possui uma lista de categorias, representada pelo símbolo WC=, que possibilita a seleção dos dados de acordo com a área de conhecimento (ver detalhamento o Anexo C).

FIGURA 6 – Tela principal da base de dados da Web of Science

Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

Para a análise da produção científica na área de conhecimento em Engenharia Civil, foram coletados dados bibliográficos de produção científica das categorias Construction & Building Technology e Engineering, Civil, conforme mostram os Quadros 5 e 6, do período de 1970 a 2012.

Das bases de dados que compõem a WoS, foram utilizadas Science Citation Index – Expanded (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) e Conference Science Citation Index (CSCI). Com a categoria de busca Engineering, Civil, foram recuperadas 244.069 publicações. Já para a categoria Construction & Building Technology foram identificados 88.799 registros, conforme ilustra o Quadro 5. A busca foi realizada no dia 21 de fevereiro de 2013.

QUADRO 5 – Total de registros recuperados com as categorias de busca Engineering, Civil Construction & Building Technology na WoS, no período de 1970 a 2012

Etapas	Resultado	Categoria	Período da busca
# 1	244.069	Engineering, <i>Civil</i>	1970 a 2012
# 2	88.799	Construction & Building Technology	1970 a 2012

Fonte: Web of Science (2013).

As duas categorias de busca foram combinadas entre si por meio do operador booleano “or”, com intuito de unir os resultados e eliminar publicações em duplicidades. Logo após, os dados foram refinados para tratamento e exclusão dos artigos sem autoria, conforme demonstra o Quadro 6.

QUADRO 6 – Compilação e limpeza dos dados recuperados com as categorias de busca Engineering, Civil e Construction & Building Technology na WoS, no período de 1970 a 2012

Etapas	Resultado	Observação
# 1 or # 2	332.868	Compilação dos dados
# 3	290.435	Resultado da compilação
# 4	227.248	Limpeza dos dados (artigos em duplicidade)
# 5	218.999	Exclusão dos artigos sem autoria

Fonte: Elaborado pela autora.

Com isso foi possível recuperar um total de 218.999 dados de produção científica na base de dados da Web of Science. No entanto, a base de dados comporta a exportação de apenas de 500 registros bibliográficos por vez, sendo necessária, no caso deste estudo, a requisição de 438 arquivos, dos quais 437 com 500 registros e um arquivo com 499 para recuperar as 218.999 publicações da amostra selecionada.

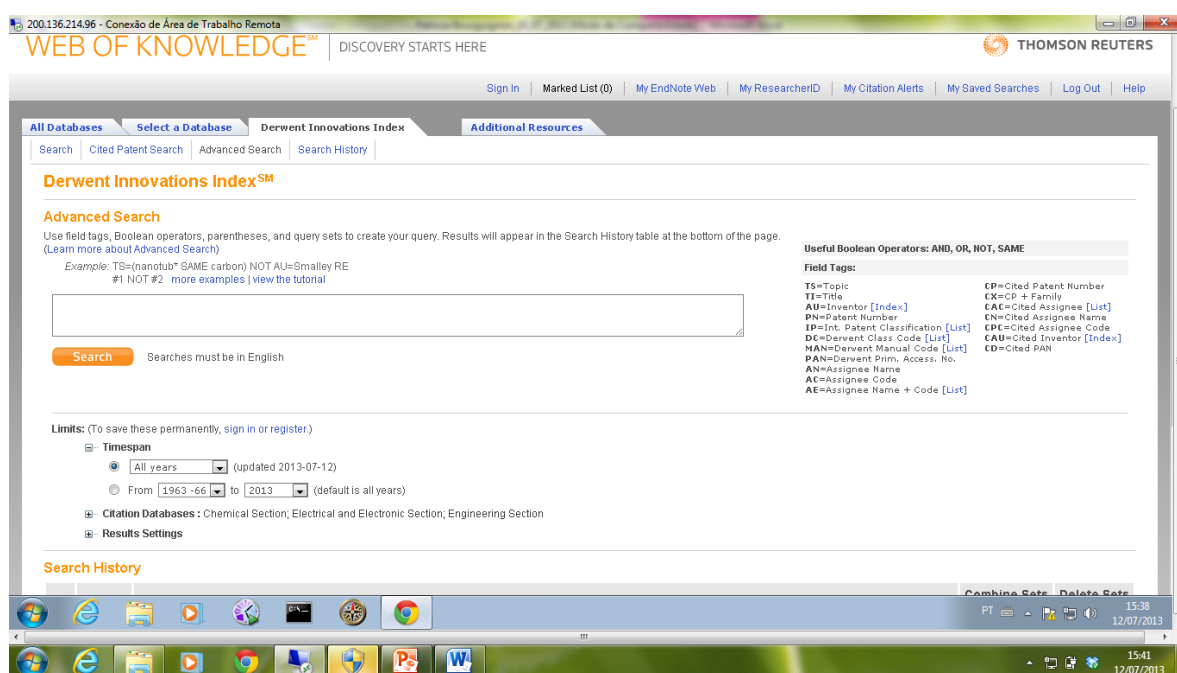
Para salvar a base de dados no presente estudo, foi utilizada uma ferramenta desenvolvida por Milanez (2011), no Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais (NIT/Matérias), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), denominada DownloadER, que possibilita o salvamento automatizado dos dados gerados a partir da página de resultado de busca na WoS. O programa foi desenvolvido na linguagem PEARL que simula um navegador de *internet* e realiza a recuperação das informações bibliográficas realizando um *loop* no procedimento de requisição e salvamento, alterando apenas o número dos registros na base, como 1-500; 501-1000; 1001-1500 e assim por diante até o limite de 218.999 registros.

O programa é um *software* livre, cujo acesso é realizado por conexão remota, concedido para uso acadêmico desta autora e sua coorientadora pelo NIT/Materiais da UFSCar. Com esse procedimento, foram salvos 439 arquivos no formato texto que contêm dados de 500 registros cada um. Em seguida, foi realizada a reunião dos 439 arquivos em um único arquivo, também no formato texto, com os 218.999 registros. Esse arquivo foi importado pelo *software* VantagePoint para análise e construção de indicadores.

5.3.2 Coleta dos dados de produção tecnológica

A segunda etapa do estudo caracterizou-se pela busca dos dados de registros da produção tecnológica, referentes à área do conhecimento Engenharia Civil, por meio da pesquisa realizada na base de dados da Derwent Innovations Index (DII). A tela de entrada da base de dados está representada na Figura 7.

FIGURA 7 – Tela principal da base de dados da Derwent Innovations Index



Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

A Derwent Innovations Index (DII), disponível pela plataforma Thomson Reuters Web of Science, é um sistema de base de dados multidisciplinar desenvolvido pela Thomson Scientific – Institute for Science Information (ISI), também está disponível no Portal de Periódicos Capes. A DII possibilita que sejam realizadas pesquisas sobre patentes depositadas nos principais escritórios de patentes do mundo desde 1963. Os temas cobertos pela base são divididos em três categorias principais: química, engenharia mecânica, eletricidade e eletrônica. A DII abrange 14,3 milhões de invenções básicas de 40 depositários de patentes emitidas no mundo.

A base de dados DII proporciona o uso de combinações de operadores booleano (*AND*, *OR*, *NOT* e *SAME*) e curingas (*, ? e \$), favorecendo a realização de buscas complexas. Também admite a busca de vários campos de registros bibliográficos de patentes, tais como título e

resumos; inventor; número de patentes; código de classificação internacional de patentes; e titular ou detentor da patente. A Figura 7 mostra os identificadores de campo para a realização da pesquisa. Neste estudo foi utilizado o identificador de campo Classificação Internacional de Patentes (IPC).

A Classificação Internacional de Patentes (International Patent Classification) foi fundada em 1971 mediante o Acordo de Estrasburgo e prevê um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de Patentes de Invenção e de Modelo de Utilidade em consonância com as diferentes áreas tecnológicas a que pertencem. A IPC é adotada por mais de cem países e coordenada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI).

Desse modo, a IPC está dividida em oito seções principais, contando com 64 mil subdivisões. Cada subdivisão tem um símbolo composto de algarismos arábicos e de letras do alfabeto latino. O Quadro 7 mostra as oito seções de acordo com a IPC.

QUADRO 7 – Seções da Classificação Internacional de Patentes (IPC)

Seção	Especificação
A	Necessidades humanas
B	Operações de processamento; transporte
C	Química; metalurgia
D	Têxteis; papéis
E	Construções fixas
F	Engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão
G	Física
H	Eletricidade

Fonte: INPI (2013).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Neste estudo foi utilizada toda a subdivisão E04 – Edificação, da seção E, conforme especificado no Quadro 8, devido a seu inter-relacionamento com a Engenharia Civil. As outras subdivisões da Seção E não foram utilizadas.

QUADRO 8 – Subdivisões das seções de Classificação Internacional de Patentes (IPC)

Seção E – Construção Fixa	
E04 - Edificação	
Subdivisões	Especificação
E04B	Estrutura geral de edificações; paredes, p. ex., divisórias; telhados; soalhos; tetos; isolamento ou outras proteções de edificações.
E04C	Elementos estruturais; material de construção.
E04D	Coberturas de telhados; claraboias; calhas; ferramentas para construção de telhados.
E04F	Trabalhos de acabamento em edificações, p. ex., escadas, soalhos.
E04G	Andaimos; armações; fechamentos; implementos ou outros acessórios de construção ou uso; manipulação de material de construção no canteiro de obras; reparo, demolição e outros trabalhos em edificações já existentes.
E04H	Edificações ou estruturas similares para fins especiais; piscinas para natação ou recreação; mastros; cercas; tendas ou abrigos provisórios em geral.

Fonte: INPI (2013).

Nota: Dados adaptados pela autora.

O Quadro 9 apresenta a expressão de busca utilizada. A busca foi realizada em 13 de novembro de 2013.

QUADRO 9 – Expressão, resultado e período da busca pesquisada na base de dados da Derwent Innovations Index

Expressão de busca	N.º de patentes recuperadas	Período da busca
IP=E04*	292.367	2001 a 2012

Fonte: ISI Web of Knowledge (2012).

Após a realização da busca, os 292.367 dados recuperados foram tratados sendo excluídos 34.480 dados de patentes que abrangiam registros realizados em períodos anteriores ao da busca desta dissertação. Com isso, restaram 257.887 dados de produção tecnológica referente a documentos de patentes da base de dados DII para a expressão de busca E04* referente a edificações.

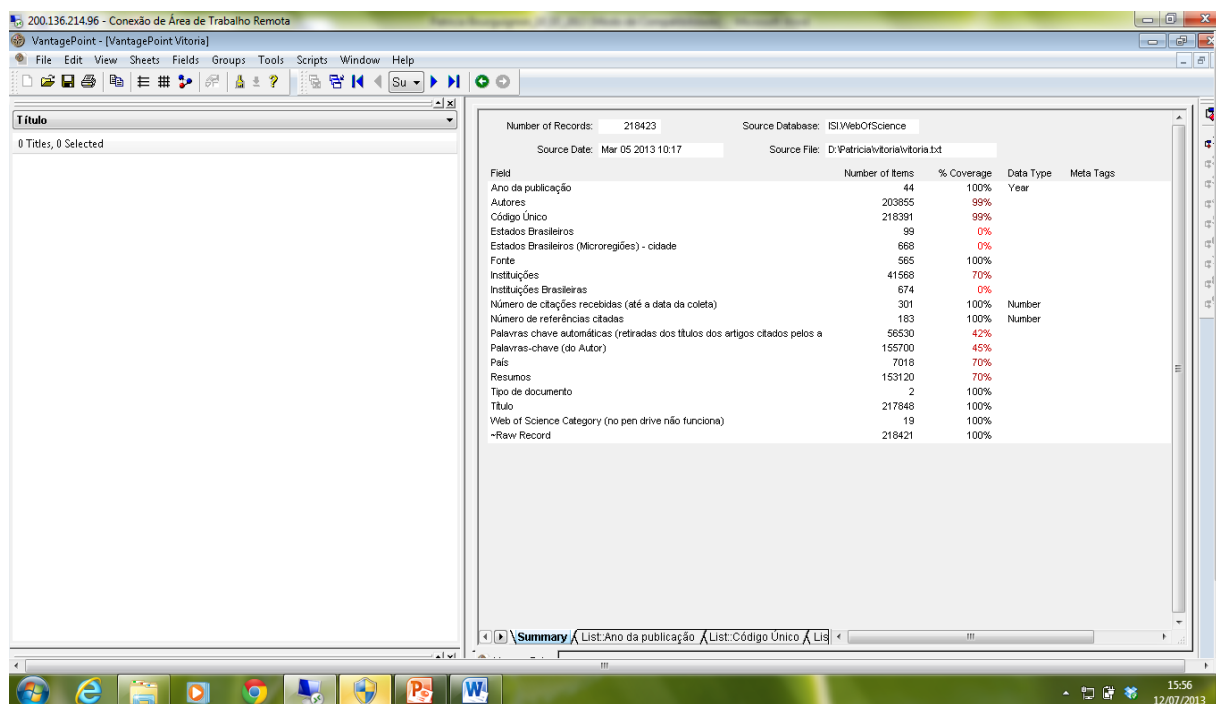
5.3.3 Uso do *software* VantagePoint

No tratamento bibliométrico foi utilizado o *software* VantagePoint, que possibilitou trabalhar com cada um dos campos dos registros de dados, listando e agrupando as informações em tabelas, matrizes e gráficos.

O VantagePoint é uma ferramenta de tratamento de texto para descoberta de conhecimento em resultados de busca de bancos de dados de patentes e da literatura. Auxilia a compreensão rápida, bem como a navegação, por meio de resultados de pesquisa de grande porte, oferecendo melhor ponto de perspectiva. A perspectiva ofertada pelo VantagePoint permite esclarecer o relacionamento entre os dados, além de encontrar padrões. O *software* permite a organização, o tratamento e o cruzamento dos dados e fornece listas, matrizes e mapas estatísticos dos dados processados (VANTAGEPOINT, 2012)

Desse modo, os 218.999 registros bibliográficos de produção científica e os 257.887 registros de patentes coletados foram importados para o *software* VantagePoint. A Figura 8 apresenta uma tela do *software* com os campos disponíveis para a análise. Após a importação dos dados, foram elaborados os indicadores bibliométricos de produção científica e tecnológica.

FIGURA 8 – Tela do *software* VantagePoint com a importação dos dados de produção científica extraídos da Web of Science



Fonte: *Software* VantagePoint (2013).

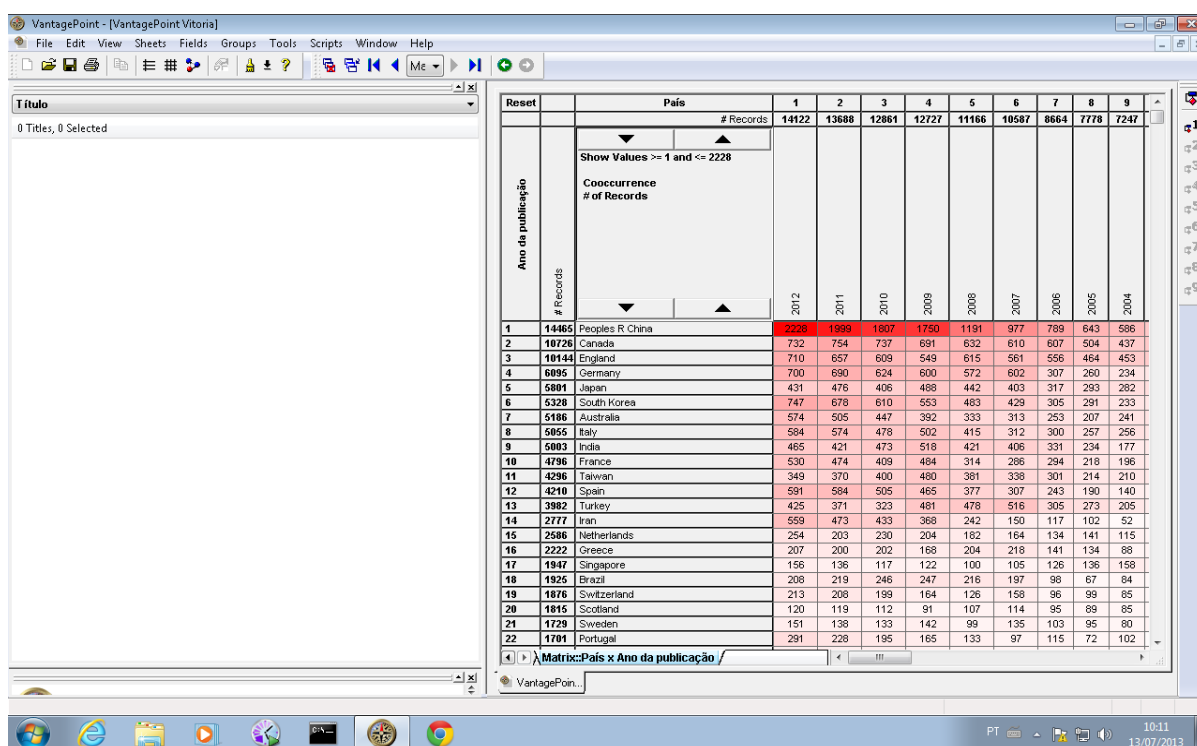
5.3.4 Elaboração dos indicadores

A elaboração dos indicadores ocorreu por meio de listas e matrizes geradas no VantagePoint. As listas são contagens unidimensionais das publicações com base nos dados presentes em campos do registro bibliográfico. As matrizes são contagens bidimensionais das publicações e

patentes, tomando como base de dados publicações presentes em dois campos do registro bibliográfico. As matrizes permitem o cruzamento de dados, sendo possível identificar, por exemplo, a quantidade de publicação que cada país teve em cada ano, no conjunto dos dados analisados, conforme mostra a Figura 9 (VANTAGEPOINT, 2012).

As listas e matrizes geradas no VantagePoint foram transferidas para o *software* Microsoft Excel. Para cada planilha foram elaborados gráficos e tabelas visando à discussão e comparação de dados, exibidos na seção resultados e discussão.

FIGURA 9 – Tela do *software* VantagePoint referente à elaboração da matriz do número de publicações da área de conhecimento Engenharia Civil indexadas na Web of Science, por país e por ano de publicação



Fonte: *Software* VantagePoint (2013).

Na elaboração das matrizes sobre a produção tecnológica visando identificar a classificação das patentes constantes desta dissertação foi utilizada a classificação de domínios e subdomínios tecnológicos definidos pelo Observatoire des Sciences et des Techniques (OST).

A diversidade de classificações de patentes tecnológicas utilizadas por diferentes instituições no mundo levou o Fraunhofer ISI, o OST, em cooperação com o escritório de patentes francês (INPI), a desenvolver uma classificação tecnológica sistemática baseada nos códigos da Patente Internacional Classification (IPC). O OST propôs uma forma de agregação dos dados

em seis domínios e em 35 subdomínios tecnológicos (SCHMOCH, 2008). O Anexo D mostra essa classificação tecnológica proposta pelo OST.

5.4 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES AOS INDICADORES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS

Para melhor entendimento dos indicadores analisados nesta dissertação, foram utilizadas publicações técnicas e científicas disponibilizadas no portal de periódicos da Capes, incluindo análises políticas, econômicas e sociais, por meio de fontes de dados bibliográficos referenciados na literatura. Também foram consultadas outras fontes de informações técnicas e científicas, incluindo o banco de teses da Capes e a Plataforma de Currículo Lattes.

Outras fontes consideradas foram *sites* e documentos oficiais de governos; entidades de pesquisa e empresas; Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT); Instituto Nacional de Propriedade Intelectual; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Na seção 5.1 foi desenvolvida a abordagem metodológica, especificando o tipo da pesquisa, a população e amostra. Para a elaboração desta dissertação, foi adotado o método bibliográfico, enquadrando a pesquisa do tipo descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. A população e amostra desta dissertação compreenderam a produção científica e tecnológica da área Engenharia Civil na WoS.

A pesquisa abrangeu 218.999 dados de produção científica na base de dados da Web of Science, no período de 1970 a 2012, e 257.887 registros de produção tecnológica coletados na base de dados da Derwent Innovations Index (DII), no período de 2001 a 2012, relacionados à área de conhecimento da Engenharia Civil, no setor de edificações. A base de dados Derwent Innovations Index possui registros bibliográficos de documentos de patentes depositados nos principais escritórios de patentes do mundo, com o total de 40 depositários.

A seção 5.2 expressou os passos utilizados: busca em uma base de dados de registros bibliográficos de produção científica e tecnológica da área de conhecimento Engenharia Civil,

seguido de coleta e armazenamento das informações em meio digital; pré-tratamento e limpeza dos dados; importação dos dados para um programa computacional de processamento dos registros dos dados; realização das análises bibliométricas; elaboração de listas e matrizes de frequências e exportação para outros programas para elaboração de indicadores e gráficos.

A seção 5.3 abrangeu tanto a forma da realização da coleta de dados de produção científica e tecnológica quanto a forma como os indicadores foram elaborados. Já a seção 5.4 tratou dos procedimentos adotados para obtenção de informações complementares aos indicadores científicos e tecnológicos, relacionando-se aos dados bibliográficos consultados para corroborar as interpretações dos indicadores de produção científicos e tecnológicos desta dissertação.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

6.1 INTRODUÇÃO

Nesta seção são apresentadas a análise e discussão dos registros de publicação científica e tecnológica na área Engenharia Civil, com ênfase em construção civil, no período de 1970 a 2012, indexadas na base de dados Web of Science e Derwent Innovations Index. As informações foram qualificadas e quantificadas com o auxílio do *software* bibliométrico VantagePoint®.

6.2 INDICADORES DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENGENHARIA CIVIL POR REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

6.2.1 Evolução anual da produção científica em Engenharia Civil no mundo e no Brasil

São apresentados neste item os resultados da análise de 218.999 registros de produção científica na base de dados da Web of Science da área do conhecimento Engenharia Civil no período de 1970 a 2012.

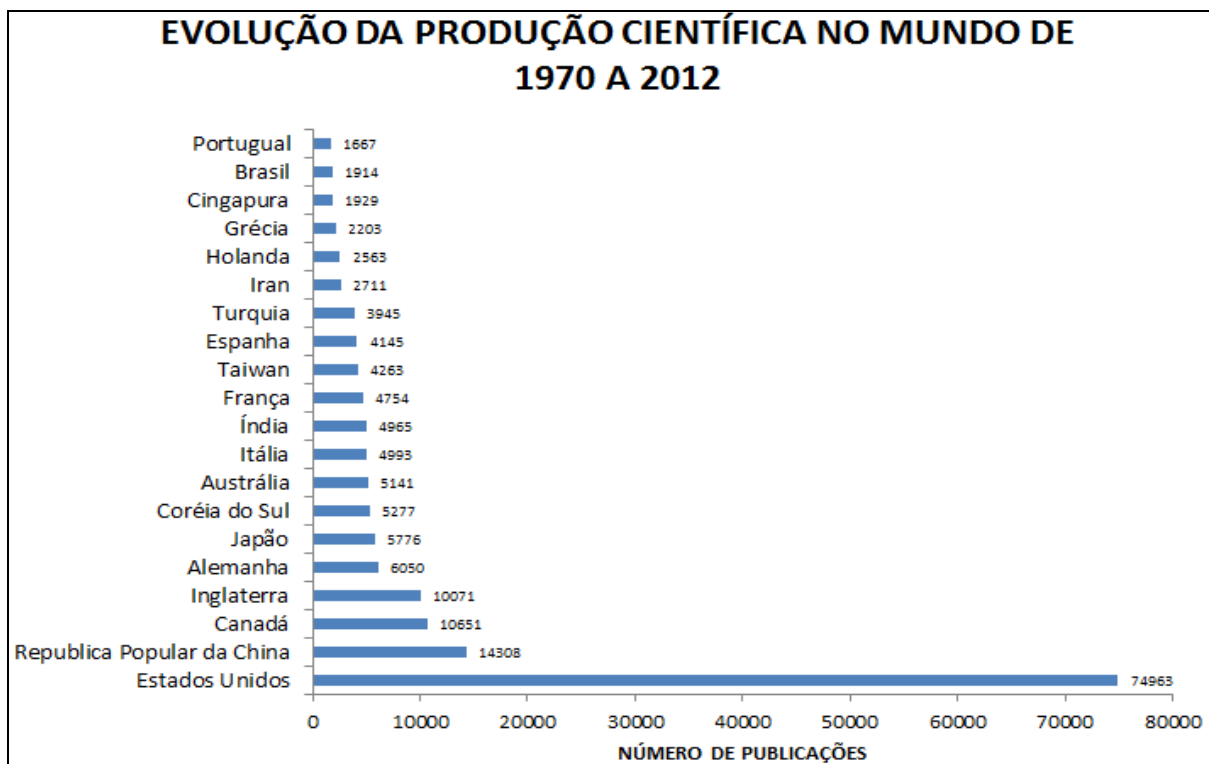
Ainda não são conhecidos estudos similares na área de conhecimento Engenharia Civil, o que justifica a escolha do período de 42 anos. Neste horizonte de tempo, foram selecionados 20 países que exibem os maiores números de publicações científicas nessa área, representados na Figura 10. A contagem de publicações por país para a elaboração do *ranking* de produção científica foi realizada por meio da soma de publicações em que pelo menos um dos autores está associado a instituições de ensino e pesquisa de cada país de acordo com a metodologia da bibliometria. Sendo assim, uma mesma publicação pode contar para mais de um país, caso tenha mais de um autor de diferentes filiações.

Na Figura 9, pode-se perceber que o país com maior publicação científica na área estudada são os Estados Unidos da América (EUA) com 74.963 registros. Em segundo lugar no *ranking*, encontra-se a China com 14.308 registros. O primeiro lugar ocupado pelos EUA pode ser o reflexo de grandes investimentos, principalmente em ciência e tecnologia no fim da década de 50, que se estenderam para as escolas secundárias, centros de pesquisas, universidades e empresas. Os resultados dos investimentos em C,T&I realizados por essa nação possibilitaram que os EUA representassem o centro qualitativo e quantitativo mais

importante da produção e difusão do conhecimento, tecnologias e inovação de produtos no mundo (COZZENS, 2011).

Da mesma forma, a China passou a ocupar, no *ranking*, o segundo lugar na produção científica mundial na área Engenharia Civil em virtude de um intenso crescimento econômico obtido nos últimos anos e dos grandes investimentos realizados pelo governo no desenvolvimento de políticas públicas em C,T&I. O despontar dessa nova potência científica e tecnológica tem sido gradativo ao longo de três décadas, devido à abertura e crescimento da economia e aos grandes investimentos em infraestrutura e capacitação de pessoal (LIU; SIMON; YU-TAO, 2011).

FIGURA 10 – Vinte maiores países produtores de publicação científica no período de 1970 a 2012, por país



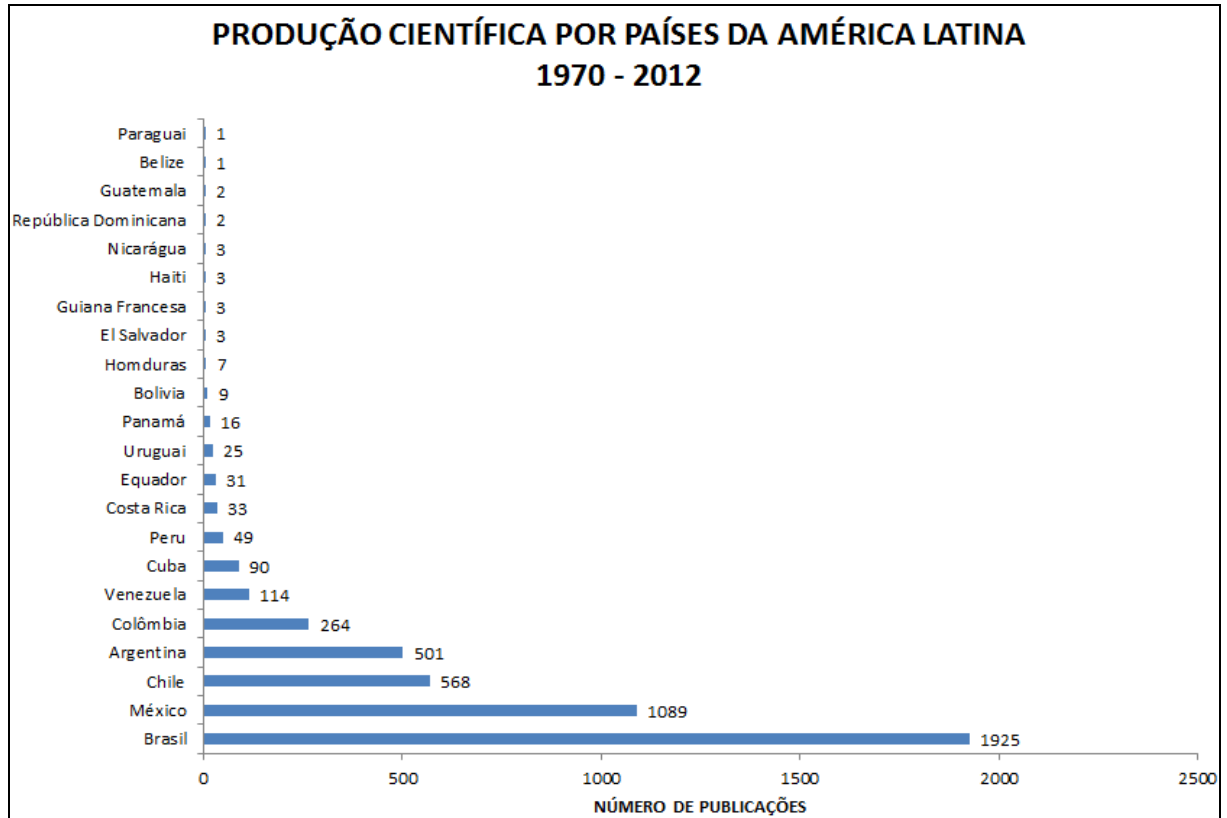
Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Quanto às demais posições, os outros 18 países selecionados, no período de 1970 a 2012, por ordem decrescente de publicações são, respectivamente, o Canadá, a Inglaterra, a Alemanha, o Japão, a Coreia do Sul, a Austrália, a Itália, a Índia, a França, a Tailândia, a Espanha, a Turquia, o Irã, a Holanda, a Grécia, Singapura, o Brasil, que ocupa a 19.^a posição no *ranking* de países com a maior publicação científica, totalizando 1.914 publicações, e Portugal na 20.^a posição com 1.667, conforme ilustra a Figura 10.

Segundo a Thomson Reuters (2013), o Brasil destaca-se no crescimento da produção científica entre os países com pesquisa bem estabelecida – o Japão, o Reino Unido, a Alemanha e os EUA – e lidera o grupo da América Latina, conforme mostra a Figura 11.

FIGURA 11 – Vinte e dois países da América Latina produtores de publicação científica no período de 1970 a 2012, por país



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

A Figura 12 mostra que, durante o período de 1970 a 1997, a produção científica no mundo, na área Engenharia Civil, foi tímida se comparada à alavancagem significativa ocorrida desde 1998 até 2012, quando houve um aumento expressivo da produção de artigos científicos. Esse fato corrobora o interesse acadêmico no mundo em estudar a área da Engenharia Civil.

Ainda com base na Figura 12, constata-se que tem ocorrido um crescimento consistente do número de publicações na área desde 2000, indicando seu fortalecimento e consequentemente aumentando sua atuação nas pesquisas científicas no mundo. Uma das causas desse crescimento pode ser o papel de destaque que a atividade em Engenharia Civil proporciona na economia de uma nação.

Isso se deve ao aumento expressivo do número de publicações indexadas na maioria dos países de grande participação na produção científica (Figura 12), o que provavelmente reflete

tanto o momento favorável de crescimento econômico mundial no período estudado quanto investimentos decorrentes de política de C&T, aumento de investimentos em recursos humanos em C&T, aumento do número de periódicos indexados, entre outros fatores (FAPESP, 2010).

FIGURA 12 – Publicação científica em Engenharia Civil de 1970 a 2012, por ano



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Na Figura 12, a linha vermelha representa uma curva exponencial que melhor se ajustou aos dados. A equação é $y = 9E-95e^{0,1125x}$ com ajuste de 0,7828%.

As baixas indexações do número de artigos na base de dados da WoS, no período de 1970 a 1995, podem estar relacionadas ao surgimento da *internet*. Os primeiros projetos de substituição da edição impressa de revistas para a versão eletrônica e consequentemente seus acessos foram desenvolvidos na década de 1980. Em meados da década de 1990, após a difusão da *internet* no mundo, existiam em todo o mundo 306 revistas científicas disponibilizadas na *internet*. Em 1999, a Reed Elsevier possuía 1.200 revistas *on-line*; a *Springer* tinha 360 e a Academic Press 174 (SOUZA, 2006).

Nesse contexto, surgem propostas de oferecer periódicos científicos eletrônicos, com o intuito de facilitar o acesso e a divulgação da pesquisa, permitir a recuperação da informação de modo ágil, oferecer largo alcance, diminuir os custos com impressão e postagem, oferecendo fluxo contínuo de artigos científicos. Desde os anos 2000, a maioria dos periódicos científicos é disponibilizada na versão *on-line* (SOUZA, 2006).

Para a análise de produção científica mundial no período de 1993 a 2012, os dados de publicações dos 14 países maiores produtores e os do Brasil foram tabulados, com intervalos

de cinco anos ao longo desses 20 anos, a fim de demonstrar a contribuição de cada país para evolução do crescimento das publicações mundiais (Tabela 3).

TABELA 3 – Número de produção científica indexada na base de dados da Web of Science em Engenharia Civil, por país, no período de 1993 a 2012

PRODUÇÃO CIENTÍFICA															
IC	USA	Peoples R China	Canada	England	Germany	Japan	South Korea	Italy	India	Taiwan	Spain	Turkey	Iran	Singapore	Brazil
1993 a 1997	4898	211	934	695	298	471	108	211	245	181	124	48	20	71	54
1997 a 2002	14199	1495	1986	2001	866	1045	588	732	660	747	448	300	118	497	164
2003 a 2007	19274	3453	2619	2466	1608	1566	1461	1346	1333	1257	1001	1452	474	659	512
2008 a 2012	23843	8975	3546	3140	3186	2243	3071	2553	2298	1980	2522	2078	2075	631	1136
TOTAL	62214	14134	9085	8302	5958	5325	5228	4842	4536	4165	4095	3878	2687	1858	1866

Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora. IC – indica intervalos de classe de 5 anos.

Observando os números constantes na Tabela 3, pode-se verificar que, no período de 1993 a 1997, os Estados Unidos foram o país que mais publicou, 4.898 registros, representando 57,2%, seguidos do Canadá com 934 (10%), da Inglaterra com 695 (8,1%) e do Japão com 471 (5,5%). O Brasil com 54 registros apresenta um percentual de 0,63%.

No período de 1997 a 2002, ocorreu um aumento na produção científica no mundo, porém os destaques ainda continuam sendo os Estados Unidos com 14.199 registros (54,9%), seguidos da Inglaterra com 2.001 (7,7%) e do Canadá com 1.986 (7,7%). O quarto lugar passa ser ocupado pela China com 1.495 (5,8%), superando o Japão (4%).

Nos intervalos subsequentes, a China ocupa a segunda colocação, com 3.453 registros, representando 8,5% de 2003 a 2007 e 14,2% de 2008 a 2012, com 8.975 registros, perdendo apenas para os Estados Unidos.

O destaque no aumento da produção científica chinesa ocorreu paralelamente ao aumento dos investimentos da China em pesquisa e desenvolvimento na última década. Embora, desde a década de 1980, os programas chineses contemplassem C,T&I, somente na segunda metade da década de 1990, com o Programa de Pesquisa Básica, a China começou a desenvolver capital intelectual em pesquisa básica, mediante investimentos pesados na formação de pesquisadores, laboratórios, centros de pesquisas, bem como na atração de cientistas chineses a fim de retornarem para a China (CASSIOLATO, 2013).

De acordo com Leite (2013), o governo chinês vem constantemente investindo em C,T&I com intuito de reduzir o atraso na geração de conhecimento para áreas consideradas

estratégicas para P&D e, conseqüentemente, geração de inovação, destacando a área de ciências (saúde/biológicas) e de engenharias. A Tabela 4 mostra os números relativos à formação de recursos humanos no ensino superior e os números relativos às áreas de ciências e engenharias nos programas de pós-graduação.

TABELA 4 – Formação de recursos humanos no ensino superior e pós-graduação na China, em percentual (%) da população em 2009

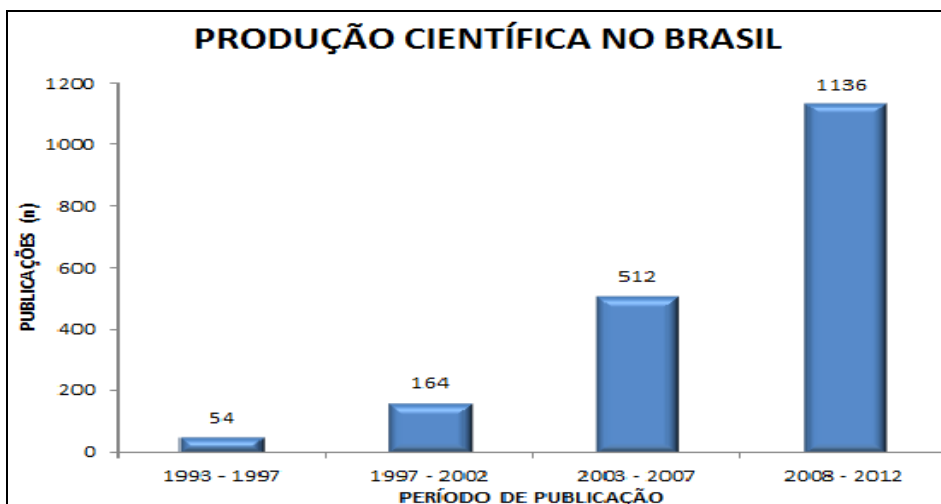
	Ensino Superior (%)	Mestrado (%)	Doutorado (%)
Ciências	10,8	10,0	19,7
Engenharias	31,1	35,1	35,7

Fonte: Leite (2013).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Ainda em relação à Tabela 3, a produção científica do Brasil, em comparação com a produção mundial, inicia-se com 0,6% no período de 1993 a 1997, permanece com o mesmo percentual entre 1997 e 2002. Entre 2003 e 2007, sobe para 1,3% e passa para 1,8% no período de 2008 a 2013. A demonstração da evolução do crescimento da produção científica no Brasil está representada na Figura 13.

FIGURA 13 – Evolução da produção científica no Brasil, no período de 1993 a 2012, com intervalos de cinco anos



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Com a finalidade de identificar o número de registros indexados na base de dados da WoS, por ano (de 1975 a 2012) de produção científica na área Engenharia Civil no Brasil, foi elaborada a Figura 14. Observa-se que, entre 1975 e 1993, houve um baixo índice de

publicações indexadas na WoS; porém, desde 1994, começaram a ocorrer pequenas indexações. No entanto, desde 2007, observa-se um crescimento significativo em relação aos anos anteriores, ressaltando os dois grandes picos ocorridos em 2009 e 2010 e a desaceleração ocorrida em 2011 e 2012. No caso do Brasil, as publicações na WoS somente passaram a ocorrer em 1975.

A tendência de crescimento expressivo da produção brasileira já vem sendo registrada em estudos realizados pela Fapesp em outras áreas do conhecimento, não especificamente da Engenharia Civil. Esse crescimento talvez se deva ao incremento dos programas de pós-graduação, do número de pós-graduandos e titulados e da melhor qualificação do corpo docente das universidades (FAPESP, 2010).

A importância da indústria da construção civil para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do país é justificada por uma série de indicadores: é responsável por um valor agregado de R\$ 224 bilhões, ou 8,5% do PIB do país; dá ocupação a mais de dez milhões de trabalhadores, dos quais mais de sete milhões atuam na atividade central da construção civil; os edifícios consomem entre 30% e 40% da energia primária mundial; e a construção é o setor que mais consome recursos (CBIC, 2012).

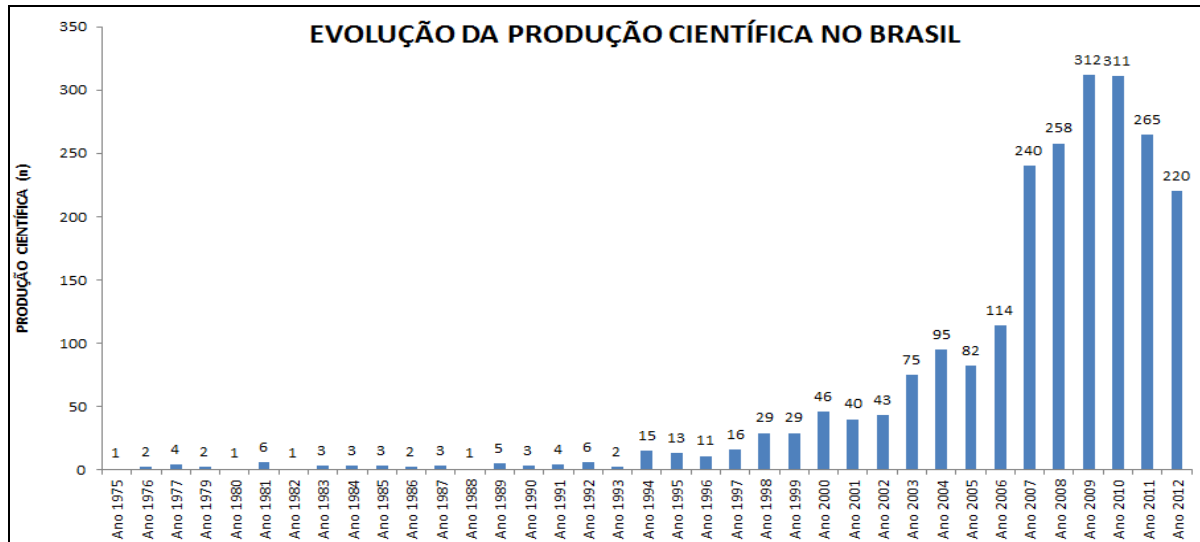
Além do significativo percentual do PIB brasileiro, o crescimento do setor deve manter-se impulsionado pelas linhas de crédito na Caixa Econômica Federal (CEF), pelos programas habitacionais do governo federal, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e o Programa de Aceleração do Crescimento I e II. Entretanto, a despeito desses dados, a construção civil é um setor de evolução tecnológica muito lenta se comparada à indústria de transformação (IBGE, 2012).

Quando se analisa a produção científica brasileira em Engenharia Civil, conforme mostra a Figura 14, é possível verificar que há uma realidade completamente diferente do cenário mencionado nos parágrafos anteriores. As evidências constatadas nesta pesquisa mostram que existe uma lacuna sobre a real contribuição da produção científica brasileira, segundo constatado na base de dados da WoS.

Dados do CIBIC (2013) informam que o setor da Construção Civil passou por um período de instabilidade devido à falta de incentivo e à baixa disponibilidade de recursos. Somente desde 2004, o setor começa a ter um significativo crescimento em razão de aumentos dos investimentos em obras e infraestrutura, por meio de programas governamentais. Esses fatores

podem ter favorecido a busca de estudos da área da Engenharia Civil devido à necessidade de novos desenvolvimentos tecnológicos, o que pode justificar a elevação da produção científica internacional do Brasil ocorrida desde 2003.

FIGURA 14 – Evolução da produção científica no Brasil, no período de 1975 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Estudos recentes demonstram que, por diversas razões não associadas à qualidade do trabalho, cientistas de países periféricos publicam seus trabalhos em periódicos locais e assim têm menos visibilidade e são menos citados. Esse fato pode estar relacionado a vários fatores, entre os quais se podem ressaltar a barreira da língua, as despesas da publicação internacional, a área temática e o nível de contribuição internacional, a audiência-alvo que não lê periódicos estrangeiros, a falta de experiência estudantil no exterior e o caráter nacional ou regional das pesquisas (VELHO, 2014; PACKER, 2011).

O desempenho da publicação científica brasileira na Engenharia Civil, indexada na base de dados da WoS, pode estar relacionado aos fatores citados no parágrafo anterior. Para alterar esse cenário, será necessária a realização de investimentos, por parte do Brasil, em universidades, centros de pesquisas e instituições de ciência e tecnologia, com o propósito de aumentar o crescimento de publicações na língua inglesa.

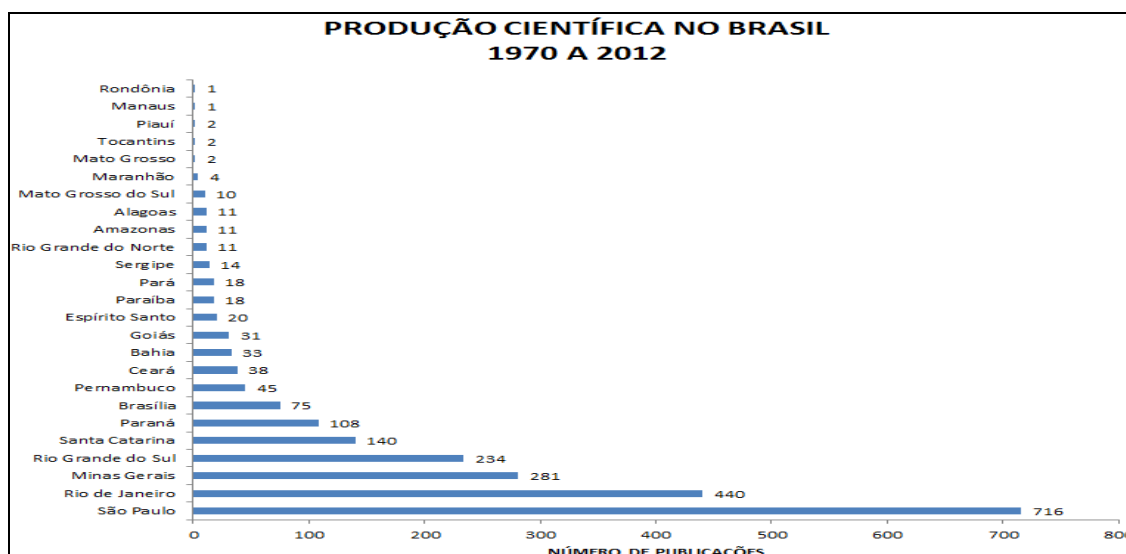
Graças a uma política consistentemente favorável à pós-graduação nos últimos 50 anos, o número de pessoas com diplomas de doutorado no Brasil cresceu de 554 em 1981 para 10.711 em 2008. Além disso, parece haver uma correlação entre o aumento da produção de literatura científica e o crescente número de pessoas recebendo a titulação de doutorado a cada ano. No

entanto, as áreas tecnológicas que apresentam a maior parcela da produção científica brasileira são medicina clínica, ciências de plantas e animais, ciências agrárias, química e física. As engenharias aparecem em oitavo lugar (THOMSON REUTERS, 2013).

A Figura 15 mostra os 24 Estados da federação com maior número de publicações científicas em Engenharia Civil no período de 1975 a 2012. Foram encontrados 2.266 artigos científicos produzidos por pesquisadores filiados a instituições de ensino e pesquisa no Brasil, indexados na base de dados da WoS.

Observa-se que o Estado de São Paulo foi o que mais publicou, com o percentual de 31,6%. Em segundo lugar está o Rio de Janeiro com 19,4% do total. Minas Gerais com 12,4% e o Rio Grande do Sul com 10,3% ocupam o terceiro e quarto lugares, respectivamente. Em seguida, destacam-se Santa Catarina, o Paraná, o Distrito Federal, Pernambuco, o Ceará, a Bahia e Goiás. O Estado do Espírito Santo aparece como o 12.º lugar no *ranking*, com 20 publicações, representando 0,9% do total de registros do Brasil.

FIGURA 15 – Vinte e quatro maiores Estados produtores de publicação científica de 1970 a 2012, indexada na base de dados da WoS¹



Fonte: Web of Science.

Com base na Figura 15, pode-se afirmar que a Região Sudeste foi a que mais contribuiu para a produção científica nacional, o que está associado à maior presença de instituições de ensino superior no desenvolvimento de pesquisas, à maior disponibilidade de recursos humanos e financeiros e à infraestrutura instalada. No entanto, todas as outras regiões contribuíram para

¹ As contas das publicações podem ser realizadas por coautorias, significando que o mesmo artigo pode ter sido computado com um ou mais autores.

o crescimento da produção científica nacional, o que pode ser um reflexo de políticas federais locais voltadas para o desenvolvimento nacional em C,T&I (FAPESP, 2010).

Essa diferença da produção científica entre a Região Sudeste e as outras regiões reflete os resultados das políticas de C,T&I implementadas pelo governo federal e governos locais voltados para a descentralização da atividade científica e tecnológica, inclusive de pós-graduação e inovação tecnológica nas outras regiões do país. Os recursos de políticas brasileiras aplicados para descentralizar a difusão do conhecimento em ciência, tecnologia e inovação podem dificultar a melhor utilização dos recursos humanos dos Estados com maior dinâmica da atividade científica (FAPESP, 2010; LETA et al., 2003).

A Tabela 5 a seguir mostra a distribuição de frequência de publicações indexadas na Web of Science por instituições públicas e privadas brasileiras, no período de 1970 a 2012.

TABELA 5 – Distribuição de frequência das instituições públicas e privadas no Brasil, no período de 1970 a 2012, classificadas em intervalos de classes iguais de 100 publicações indexadas na base de dados da WoS

PUBLICAÇÕES INDEXADAS		
	Frequência absoluta (n)	Frequência relativa (%)
0 ┤ 100	556	98,92
100 ┤ 200	3	0,53
200 ┤ 300	1	0,18
300 ┤ 400	0	0
400 ┤ 500	2	0,36
TOTAL	562	100

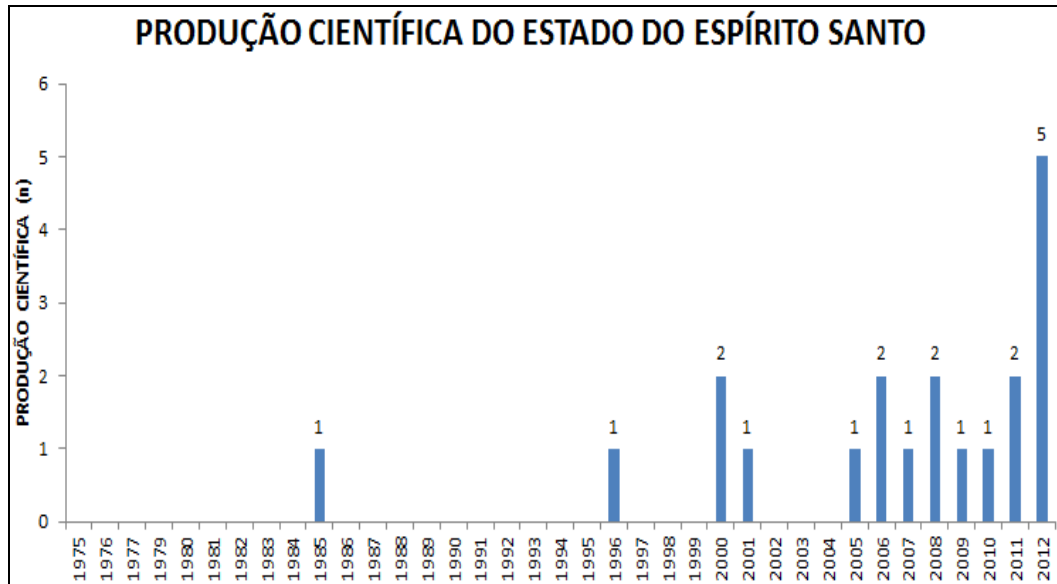
┤ indica fechado para o valor à esquerda e aberto para o número à direita. A densidade foi calculada com a relação entre a frequência relativa e o intervalo de classes
Fonte: Web of Science.

Quanto à distribuição de frequência de publicações indexadas das instituições públicas e privadas do Brasil, conforme Tabela 5, observa-se que a maioria (n= 556) das instituições realizou até 100 publicações representando 98,9% do total publicado. Apenas três instituições realizaram entre 100 e 200 publicações, seguidas de uma instituição entre 200 e 300 publicações e duas instituições entre 400 e 500 publicações, representando, aproximadamente, 0,4% do total.

A Figura 16 apresenta as publicações científicas de 1975 a 2012, do Estado do Espírito Santo, indexadas na base de dados da WoS. A indexação de produção científica na WoS iniciou-se em 1985 com apenas um registro. O segundo registro foi realizado em 1996, ficando com dez

anos de ausência de publicações. Logo após os anos de 2000 a 2001, houve intervalos de três anos. De 2005 a 2012, a produção foi contínua, apresentando maior relevância em 2012.

FIGURA 16 – Publicações científicas, de 1975 a 2012, do Estado do Espírito Santo, indexadas na base de dados da WoS



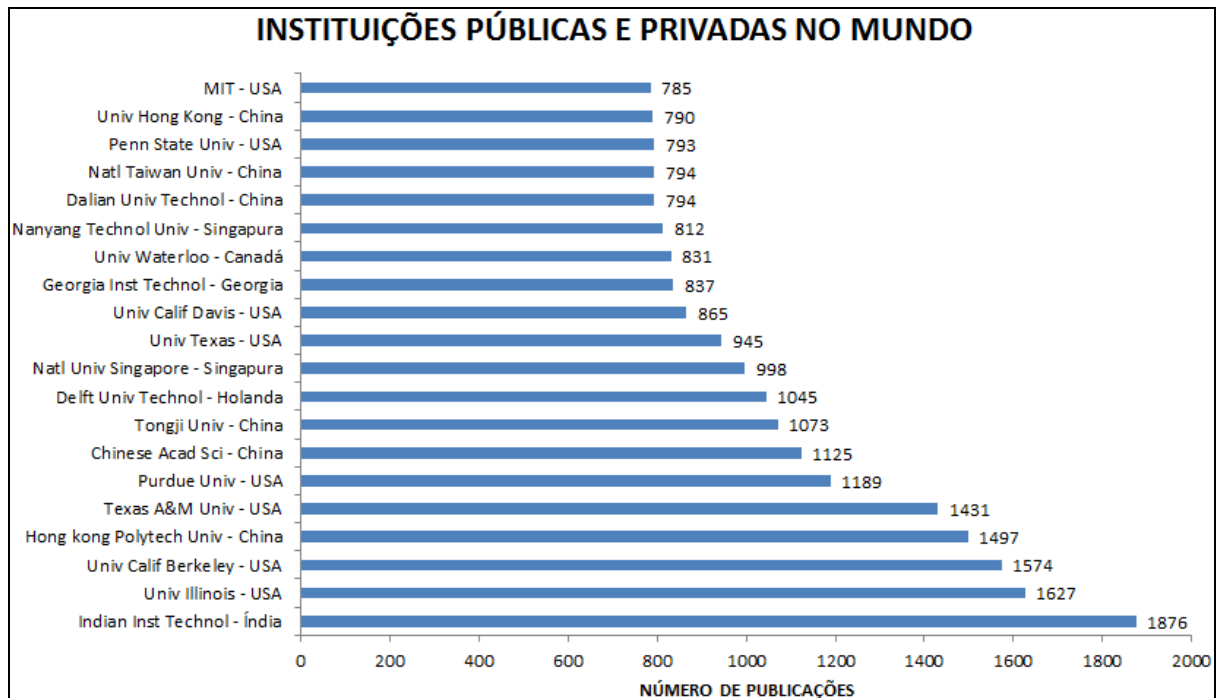
Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

6.2.2 Instituições de ensino e pesquisa e a produção científica em Engenharia Civil no mundo e no Brasil

De acordo com a análise de dados das publicações científicas de 1970 a 2012 em Engenharia Civil, identificaram-se 41.568 instituições de ensino e pesquisa no mundo. A Figura 17 mostra o *ranking* das instituições que tiveram maior número de publicações. A análise das instituições é um dos indicadores que podem demonstrar tendências de engajamento ou a entrada de instituições nas áreas do estudo em questão, durante o período da pesquisa.

FIGURA 17 – Número de publicações realizadas pelas 20 instituições de ensino e pesquisa no mundo que mais tiveram publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

De todas as instituições analisadas, a que mais teve publicações indexadas na WoS foi a Indian Institute of Technology, com 1.876 registros. Entre as 20 primeiras, a maioria pertence aos Estados Unidos ($n=8$) e à China ($n=6$), conforme mostra a Figura 17. Isso indica que provavelmente esses países consideram a construção civil como uma atividade estratégica. O Brasil aparece com 387 publicações da Universidade de São Paulo (USP), no 84.º lugar do *ranking*.

A Tabela 6 mostra a distribuição de frequência de publicações indexadas das instituições de ensino e pesquisa no mundo. Observa-se que a maioria ($n=40.835$) das instituições realizou até 50 publicações representando 98,2% do total publicado. Apenas nove instituições tiveram entre 1.000 e 2.000 publicações, seguidas de 19 instituições entre 700 e 1.000 publicações.

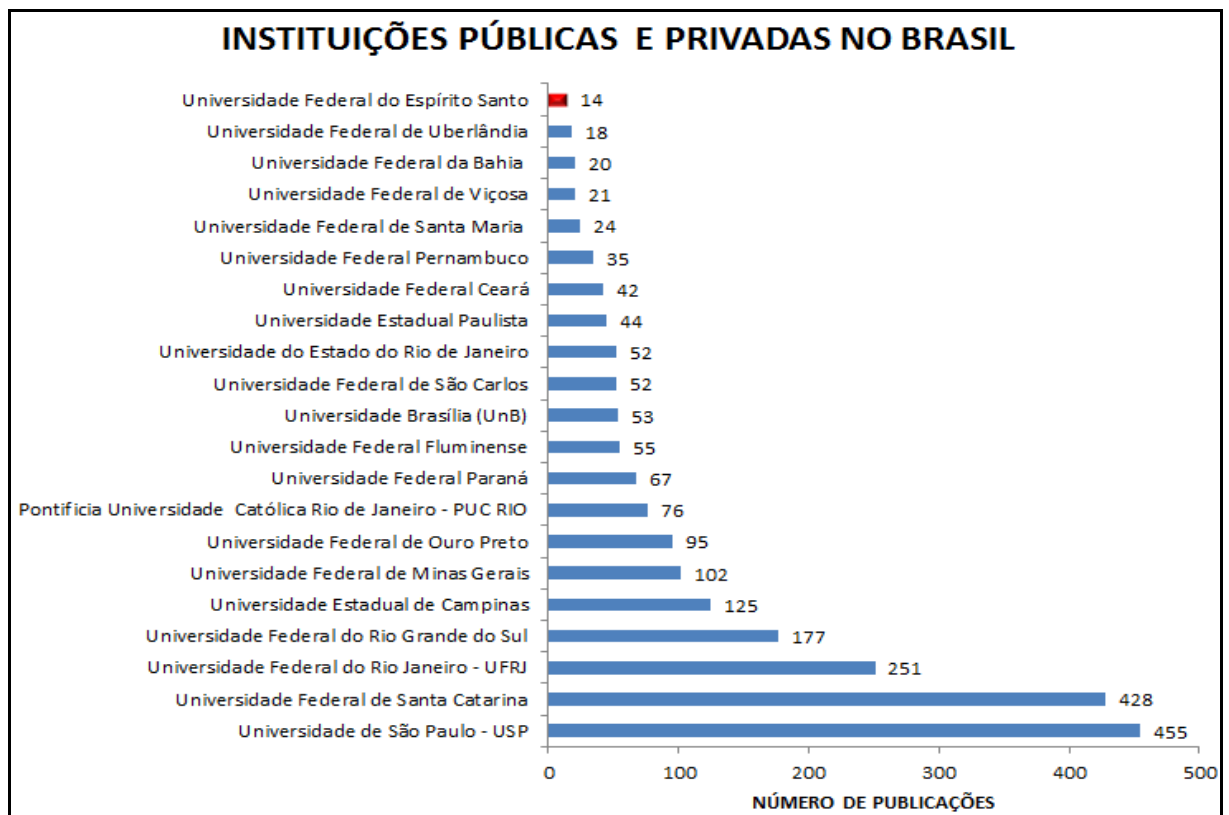
TABELA 6 – Distribuição de frequência das instituições públicas e privadas no mundo, no período de 1970 a 2012, indexadas na WoS, com intervalos de classes diferentes que foram definidos pela relação entre a frequência relativa e a amplitude dos intervalos

PUBLICAÇÕES INDEXADAS				
	Frequência absoluta (n)	Frequência relativa (%)	Intervalo de classe	Densidade
0 ┤ 50	40835	98,24	50	1,964732
50 ┤ 100	304	0,73	50	0,014627
100 ┤ 500	365	0,88	400	0,002195
500 ┤ 700	36	0,09	200	0,000433
700 ┤ 1000	19	0,05	300	0,000152
1000 ┤ 2000	9	0,02	1000	0,000022
TOTAL	41568	100		

┤ indica fechado para o valor à esquerda e aberto para o número à direita. A densidade foi calculada com a relação entre a frequência relativa e o intervalo de classes
Fonte: Web of Science.

A Figura 18 apresenta o número de publicações relacionadas à Engenharia Civil nas universidades públicas e privadas brasileiras, no período analisado.

FIGURA 18 – Número de publicações realizadas pelas 21 instituições públicas e privadas no Brasil que mais tiveram publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Em destaque (em vermelho), com 14 registros, encontra-se o Espírito Santo no 21.º lugar.

A Universidade de São Paulo (USP) ocupa o primeiro lugar com 455 publicações científicas, seguida da Universidade Federal de Santa Catarina (n=429), Universidade Federal do Rio de Janeiro (n= 251), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (n=177), Universidade Estadual de Campinas (n=125), Universidade Federal de Minas Gerais (n=102) e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, a única instituição privada de ensino e pesquisa entre as 20 selecionadas (n =76). As demais universidades publicaram menos de uma centena de publicações científicas na área da Engenharia Civil, no período analisado. De acordo com a Figura 18, a Universidade Federal do Espírito Santo teve 14 publicações científicas nesse período e ocupa o 21.º lugar no *ranking*.

A Região Sudeste possui a maior concentração de produção científica na área (Figura 18), representada pelos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A produção científica no Sudeste brasileiro possui grande representação há bastante tempo e pode estar associada à grande concentração de instituições públicas e privadas de ensino superior, de programas de pós-graduação e de recursos humanos apoiados pelos programas estaduais de ciência e tecnologia, implementados pelas agências de fomentos locais e fomento federal, como CNPq, Capes e Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (FAPESP, 2010; GREGOLIN et al., 2005).

Em 2012, a Folha de São Paulo publicou um estudo sobre as melhores universidades do país, abordando todas as áreas do conhecimento, denominado *Ranking* Universitário Folha (RUF). No estudo do RUF, a Universidade de São Paulo (USP) ocupa o primeiro lugar, seguida da Universidade de Minas Gerais (2.ª posição), Universidade Federal do Rio de Janeiro (3.º lugar), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (4.º lugar) e Universidade Estadual de Campinas (5.º lugar). A Universidade Federal do Espírito Santo ocupa o 22.º lugar entre as 59 universidades federais analisadas.

Comparando-se o *ranking* gerado dos dados da WoS com o da RUF, constatam-se poucas diferenças de colocações. Relativamente às diferenças no *ranking* das seis maiores, dos estudos analisados, destacam-se a Universidade Federal de Minas Gerais (2.º lugar no RUF e 6.º lugar na WoS) e a Universidade Federal de Santa Catarina (9.º lugar no RUF e 2.º lugar na WoS).

O número de publicações associadas às instituições de ensino e pesquisa brasileiras, com base na WoS, é uma ferramenta valiosa que possibilita a essas instituições acompanhar seu

desenvolvimento ao longo do tempo, comparar seu desempenho e implementar medidas corretivas e preventivas para alterar o cenário (SCHWARTSMAN, 2012).

Em relação à Universidade Federal do Espírito (Ufes), o Reitor, em entrevista ao jornal A Gazeta, destaca que o aumento da produção científica seria a melhor alternativa para melhorar a posição da universidade (A GAZETA, 2012). No entanto, a produção científica está fortemente relacionada a políticas públicas que incentivam a demanda para a pesquisa e desenvolvimento (P&D), tanto por estudante quanto por pesquisadores.

Como incentivar a pesquisa e desenvolvimento para a área da Engenharia Civil no Brasil, com o valor atual das bolsas de pesquisas oferecidas pelo governo e empresas de fomento à pesquisa para estudantes e pesquisadores, considerando o atual cenário da valorização dos recursos humanos da Engenharia Civil em mercado de trabalho em crescimento?

Um das soluções possíveis é a implementação de políticas públicas e privadas de C,T&I para a área do conhecimento da Engenharia Civil, com o objetivo de fomentar a P&D nas universidades, na valorização dos pesquisadores, no incentivo para adequação e criação de laboratórios inovadores, geração de recursos para a participação de eventos, além da maior integração entre os agentes do setor com a universidade.

Segundo Castro (2013), muitas iniciativas em ciência, tecnologia e inovação vêm sendo desenvolvidas por agentes públicos e privados nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental, porém de modo pulverizado, não ocorrendo uma interação entre as empresas do setor e a academia. A falta de uma política de ciência, tecnologia e inovação para a Engenharia Civil pode ser um fator de desalinhamento dos investimentos e do fomento de novos conhecimentos, pois, mesmo havendo recursos, estes não têm atingido as empresas, universidades e centros de pesquisas.

6.2.3 Assuntos mais publicados na área da Engenharia Civil no mundo e no Brasil

Ao analisar os temas pesquisados nos artigos científicos publicados na WoS, foi possível observar os assuntos mais estudados entre os pesquisadores no mundo e no Brasil. A Figura 19 apresenta o número de publicações dos temas mais estudados no mundo, na Engenharia Civil, no período de 1970 a 2012.

O tema “concreto” ocupa o primeiro lugar com 4.121 publicações, “concreto armado” com 2.108 publicações em segundo lugar e “adsorção” com 2.006 publicações em terceiro lugar. Em ordem decrescente, os temas mais estudados são compressão, otimização, simulação, durabilidade, métodos de elementos finitos, pontes, escória, ductibilidade, corrosão, resistência, modelagens, flambagens, água subterrânea, análise de elementos finitos e microestruturas.

FIGURA 19 – Temas da Construção Civil mais estudados no mundo, no período de 1970 a 2012

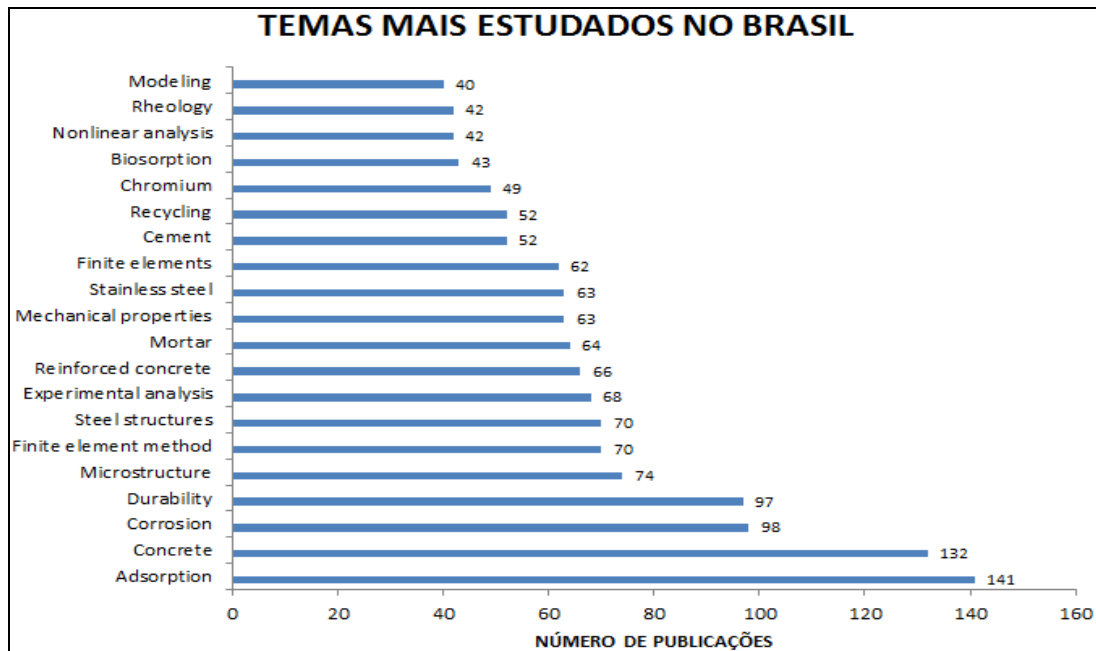


Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

A Figura 20 mostra os temas relacionados mais estudados no Brasil. O tema *adsorção* aparece em primeiro lugar com 141 publicações, seguido de *concreto* com 132 publicações. O terceiro tema mais estudado é *corrosão* com 98 publicações. Esses temas coincidem com aqueles mais estudados no mundo, em que *concreto* ocupa o primeiro lugar, *concreto armado* o segundo e *adsorção* o terceiro. Os demais temas estudados em publicações de autores brasileiros, pela ordem decrescente de publicações registradas na WoS, são durabilidade, microestrutura, métodos de elementos finitos, estruturas de aço, análises experimentais, concreto armado, argamassa, propriedades mecânicas, aço inoxidável, elementos finitos, cimento, reciclagem, cromo, bioadsorção, análises não lineares, reologia e modelagem.

FIGURA 20 – Número de temas mais estudados em Engenharia Civil, no Brasil, *versus* o número de publicações indexadas na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

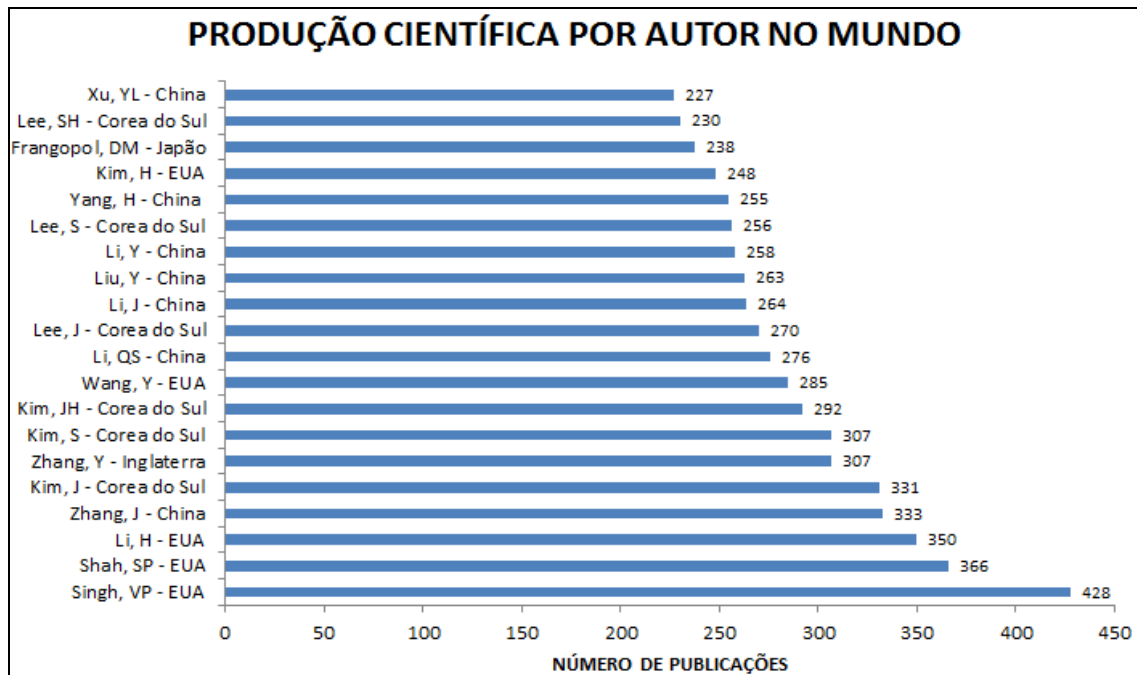
6.2.4 Autores e a produção científica mundial e brasileira em Engenharia Civil

Esta seção apresenta a análise da produção científica em Engenharia Civil dos autores de instituições de ensino e pesquisa que mais publicaram no período estudado.

A Figura 21 mostra o *ranking* da produção científica por autor no mundo, no período estudado. Entre os 20 autores selecionados, há predominância de pesquisadores asiáticos, especificamente dos chineses ($n=7$), seguidos dos sul-coreanos ($n=6$). Esse fato pode ser atribuído ao papel de destaque da China na economia mundial nas últimas décadas, refletindo a busca constante do desenvolvimento e difusão do conhecimento científico em Engenharia Civil.

A forte presença de pesquisadores asiáticos associados a instituições americanas pode estar relacionada aos investimentos realizados pelo governo chinês para a formação e especialização de recursos humanos no exterior. Logo após sua formação, os estudantes e pesquisadores são incentivados pelo governo chinês a voltar para o país de origem, em razão do desenvolvimento de políticas públicas e grandes investimentos na área da C,T&I (CASSIOLATO, 2013).

FIGURA 21 – Produção científica dos 20 autores que mais publicaram em Engenharia Civil, no período de 1970 a 2012

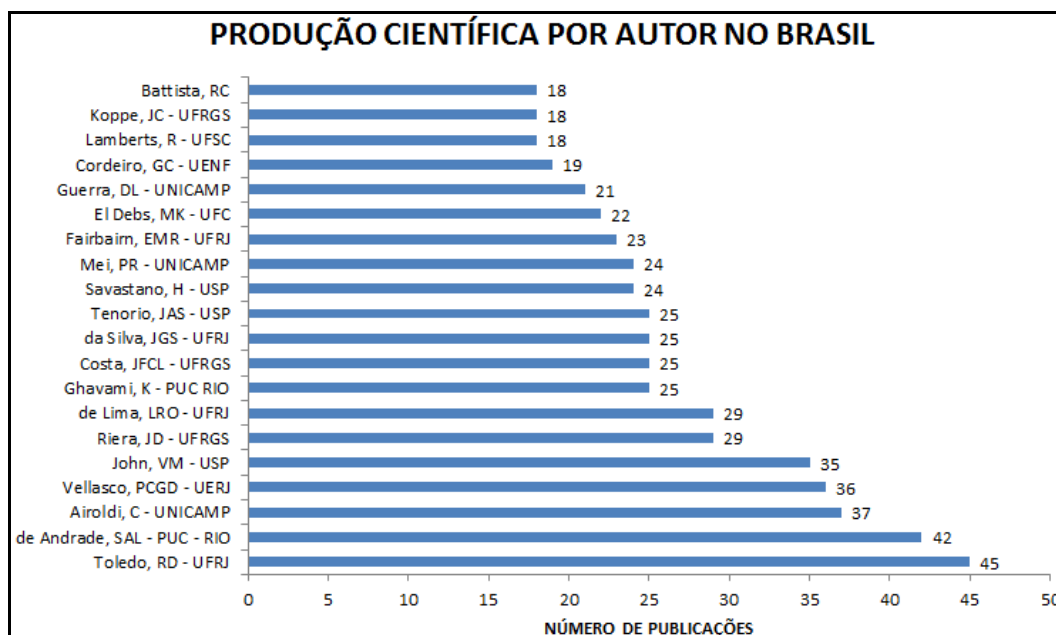


Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

A Figura 22 mostra o número de publicações científicas por autores brasileiros na área estudada. O pesquisador Romildo Dias Toledo Filho (Toledo, R.D), professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pesquisador do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – Coppe, lidera o *ranking* com 45 publicações. Em segundo lugar, com 43 publicações, aparece o professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, do Centro Técnico-Científico, Departamento de Engenharia Civil, Sebastião Arthur Lopes de Andrade (de Andrade, S.A.L.). Em terceiro lugar, com 37 registros, encontra-se o professor da Universidade Estadual de Campinas Claudio Airoidi (Airoidi, C.).

FIGURA 22 – Número de produção científica em Engenharia Civil, por autor brasileiro, na base de dados da WoS, no período de 1970 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

A Figura 22 revela que a maioria das publicações dos autores brasileiros indexadas na WoS se vincula a instituições tanto privadas quanto públicas, federais e estaduais, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro, com seus pesquisadores ocupando a 1.^a, 7.^a, 11.^a e 15.^a colocações no *ranking*. Os pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro ocupam a 2.^a e 8.^a colocações no *ranking*. Os pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas ocupam o 3.^o, 13.^o e 16.^o lugares. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul com três pesquisadores que ocupam o 6.^o, 9.^o e 20.^o lugares.

Os cientistas brasileiros publicaram 46.795 artigos científicos em periódicos catalogados pelo Thomson Reuters Science Citation Index em 2012, em diversas áreas do conhecimento, o que torna o Brasil o 14.^o maior produtor de publicação científica do mundo, caindo uma posição em relação à de cinco anos atrás. De acordo com o Relatório de Ciências da Unesco publicado em 2010, mais de 90% dos artigos do Brasil foram gerados por pesquisadores associados a universidades públicas (THONSON REUTERS, 2013).

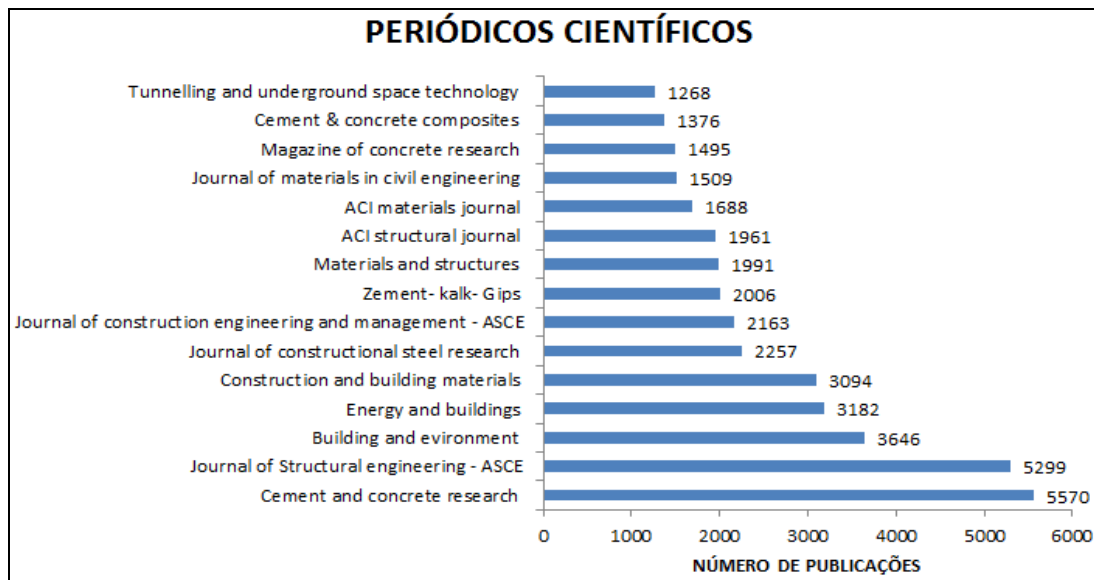
6.2.5 Periódicos com maior número de publicações na área da Engenharia Civil

Neste item foram identificados os periódicos utilizados para publicação na área Engenharia Civil. Tal indicador é importante porque mostra os principais periódicos científicos da área, os

quais representam a fonte de disseminação do conhecimento mais utilizada pelos pesquisadores, consolidando-se cada vez mais como um canal de comunicação científica (SILVA, 2010).

A Figura 23 apresenta os periódicos com maior número de publicações em Engenharia Civil na WoS. Foram identificados 87 periódicos. Os periódicos que apresentam maior quantidade de publicações foram, em primeiro lugar, o Cement and Concrete Research, publicado pela Elsevier, com 5.570 publicações; em segundo lugar, o Journal of Structural Engineering, da American Society of Civil Engineers, com 5.299 publicações; e, em terceiro lugar, o Building and Environment, publicado pela Elsevier, com 3.646 publicações.

FIGURA 23 – Distribuição do número de publicações sobre Engenharia Civil indexadas na base da WoS, por periódico científico, no período de 1970 a 2012



Fonte: Web of Science.

Nota: Dados adaptados pela autora.

O *ranking* dos periódicos científicos (Figura 23) representa as maiores fontes de geração e difusão do conhecimento na área da Engenharia Civil no mundo, utilizado por pesquisadores da área, além de representar um papel importante no fomento da qualidade da pesquisa para o avanço do conhecimento, mediante a seleção e divulgação dos resultados dos trabalhos (BASTOS; HEIN; FERNANDES, 2010).

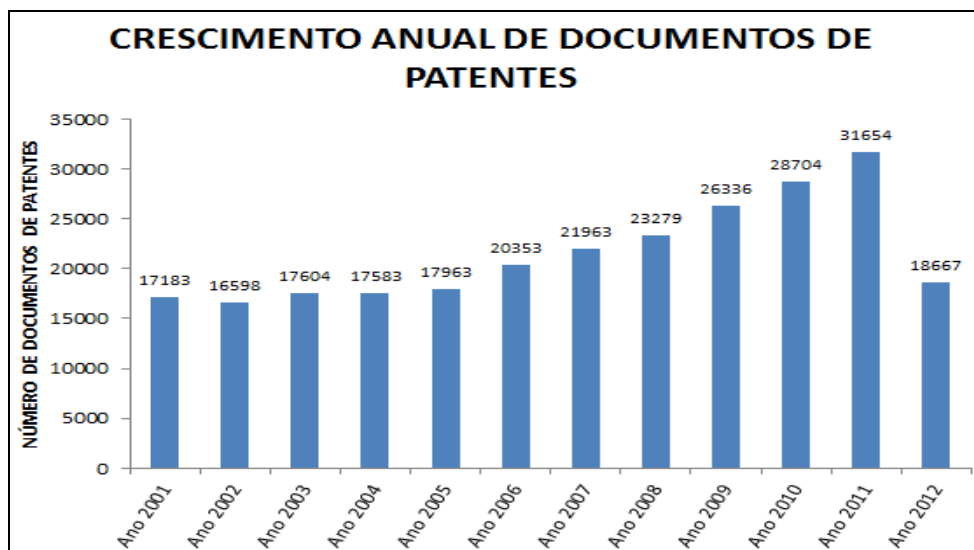
6.3 INDICADORES TECNOLÓGICOS DE ENGENHARIA CIVIL POR REGISTRO BIBLIOGRÁFICO DA PRODUÇÃO TECNOLÓGICA EM EDIFICAÇÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da análise dos dados das patentes referentes à produção tecnológica indexada na base de dados da Derwent Innovations Index (DII) mediante o campo IPC, indexados na base de dados durante o período de 2001 a 2012, com a expressão de busca E04 – Edificações, devidamente especificada no Quadro 8. Foram recuperados 257.887 registros de patentes.

6.3.1 Evolução do patenteamento em edificação e sua distribuição geográfica

O período que a busca desta pesquisa abrangeu, de 2001 a 2012, abordado na Figura 24, demonstra o crescimento significativo no número de depósitos de patentes no mundo em edificações. Desde 2007 ocorreu um crescimento no patenteamento em edificações, representando 11,8% do total de documentos de patentes recuperados. Porém, no período de 2009 a 2011, houve um crescimento de 37,0% do total de documentos de patentes recuperados, como mostra a Figura 24. Esse fato pode estar associado à consolidação do desenvolvimento tecnológico na Engenharia Civil, em especial na área de edificações ocorridas no mundo.

FIGURA 24 – Número anual de patentes indexadas na base de dados DII, no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

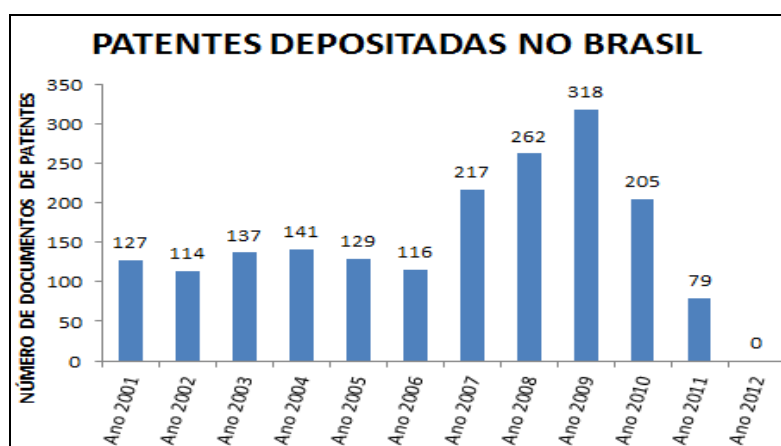
Outra razão que pode ter contribuído para o crescimento de documentos de patentes em edificações foi a reestruturação do sistema de propriedade intelectual da China, visando

tornar-se membro do Acordo de Comércio dos Aspectos Relacionados aos Direitos de Propriedade Intelectual (TRIPS). Com a mudança, a China entra na Organização Mundial do Comércio em 2000, o que refletiu no aumento do número de depósitos de patentes e, conseqüentemente, na colocação do país com a maior quantidade de patentes no mundo (YU, 2013).

No Brasil, a participação nos pedidos de patentes em edificações representa 0,7% do total de documentos de patentes recuperados, quando comparados com os registros mundiais. Conforme mostra a Figura 25, ocorreu um crescimento significativo em depósitos de patentes em 2007 (n=217), 2008 (n=262) e especialmente em 2009 (n=318), representando 17,2% do total dos registros depositados no Brasil (n=1.845). Em 2012 não ocorreu nenhum registro de patente. Esse pequeno número de depósitos no Brasil sugere que as empresas de interesse econômico mundial e nacional, assim como aquelas não residentes no país, provavelmente consideram o mercado brasileiro de construção civil, especificamente no setor de edificações, com baixa capacidade para a geração e difusão de novas tecnologias.

De acordo com Martins e Barros (2003), o setor da construção civil no Brasil possui um histórico de baixa velocidade de difusão de novos recursos tecnológicos, contrapondo-se aos demais setores em que as inovações tecnológicas são rapidamente absorvidas, implantadas e aperfeiçoadas.

FIGURA 25 – Número de patentes depositadas no Brasil, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012²



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

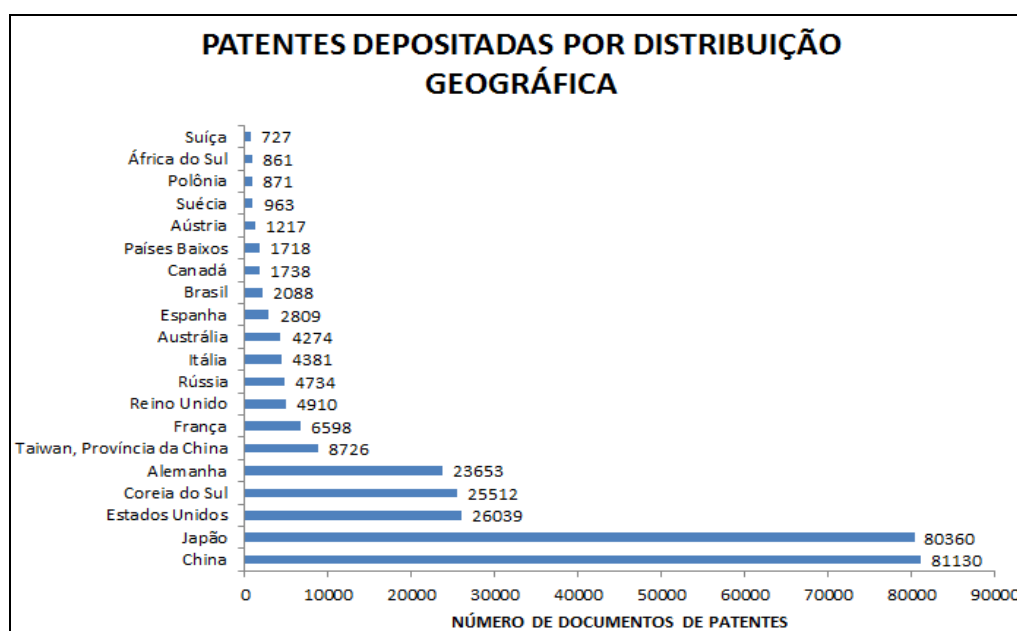
² Até a data da pesquisa, não havia, no Brasil, nenhum depósito de patentes para 2012.

O baixo número de registro de patentes depositadas no Brasil pode estar associado à baixa dinâmica ou interesse no desenvolvimento tecnológico no país para o segmento edificações, da construção civil. Outro fator de grande relevância é o excesso de burocracia na legislação brasileira para a obtenção de patentes. Segundo Matos (2012), o Brasil não consegue dar vazão ao andamento de registros de patentes sobre produto ou processo. O tempo para o registro das patentes no Brasil pode levar até 15 anos em setores mais complexos, como o químico. Esse tempo é bem elevado se comparado ao dos países como os EUA, a Coreia do Sul e o Japão.

Estima-se a melhoria do ambiente de negócios referente aos registros de patentes no Brasil. No entanto, esse crescimento está relacionado aos dinamismos das patentes brasileiras, ao incremento das atividades de inovação e à “conscientização sobre propriedade intelectual nas empresas e universidades, além do interesse crescente de estrangeiros pelo mercado brasileiro” (MONTEIRO, 2013).

Para a análise da produção tecnológica mundial, foi realizada uma pesquisa de todos os países que indexaram produções na base de dados da DII. No entanto, para esta dissertação, a análise foi limitada para 20 países maiores depositantes, conforme mostra a Figura 26.

FIGURA 26 – Número de patentes depositadas, por distribuição geográfica, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

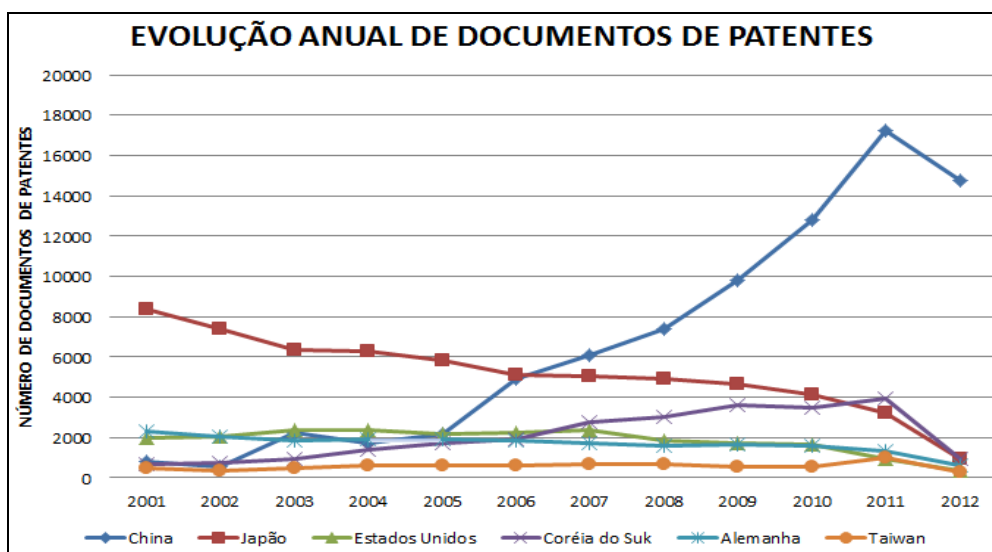
Nota: Dados adaptados pela autora.

Dentre os 20 países maiores depositantes de pedidos de patentes na área de edificações no período de 2001 a 2012, apresentados na Figura 26, 11 estão localizados na Europa (a Itália, a Alemanha, a Espanha, a França, o Reino Unido, a Suíça, a Áustria, a Suécia, os Países Baixos, a Rússia e a Polônia), três na América (os Estados Unidos, o Canadá e o Brasil), um na África (a África do Sul), um na Oceania (a Austrália) e quatro na Ásia (a China, o Japão, Taiwan e a Coreia do Sul).

A China lidera a primeira posição no *ranking* de patenteamento em edificações, com 81.130 depósitos entre 2001 e 2012, quando comparada com os demais países do *ranking*, conforme ilustra a Figura 26. Esse fato está relacionado aos grandes investimentos realizados pela China, nas últimas três décadas, na construção, desenvolvimento e estabelecimento de um sistema de patentes para fomentar a economia e a proficiência tecnológica e colocar a ciência e a tecnologia no comando do país. Atualmente a China possui a maior quantidade de patentes do mundo (YU, 2013).

Em segundo lugar no *ranking*, aparece o Japão com 80.360 registros e, na terceira posição, os Estados Unidos com 26.039 registros de patentes. O Brasil ocupa o 13.º lugar com 2.088 registros de patentes, conforme mostra a Figura 26. Essa tendência pode indicar a consolidação do desenvolvimento tecnológico na Engenharia Civil, em especial no setor de edificações, nesses países. No entanto, deve-se considerar que o desenvolvimento em edificações envolve diferentes setores e áreas, cuja competência pode variar de país para país.

FIGURA 27 – Evolução no número anual total de documentos de patentes para os seis países proeminentes em edificações no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Com base na Figura 27, pode-se observar que o Japão liderou o *ranking* de depósitos de patentes até 2006, com 30,8% do total dos registros dos seis países selecionados nesse ano. Após 2006 ocorreu uma queda no número de patentes, passando a ocupar a segunda colocação no *ranking* em 2008, 2009 e 2010. No período de 2011 a 2012, passou a ocupar o terceiro lugar.

Desde 2007, os números de documentos de patentes chinesas apresentaram um crescimento constante, assumindo uma posição de destaque nos últimos seis anos, conforme ilustra a Figura 27. O destaque no crescimento das patentes na China está relacionado ao desenvolvimento do sistema de patentes e de propriedade intelectual chinês e da sua participação na Organização Mundial do Comércio desde 2000 (YU, 2013).

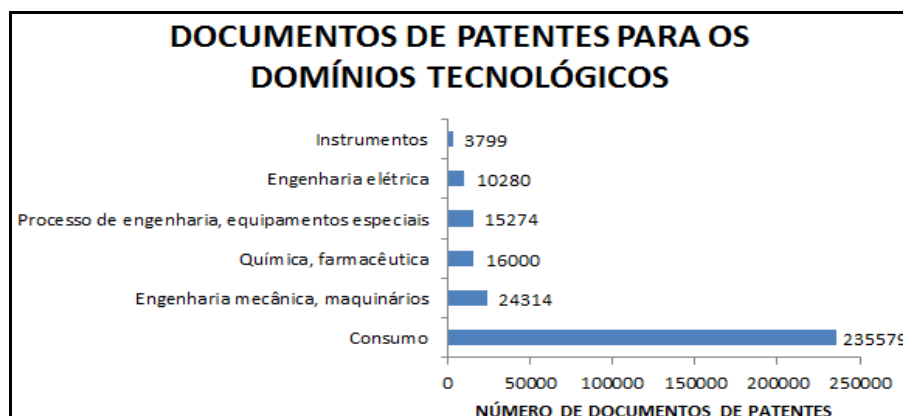
Dos seis países proeminentes em edificações no período de 2001 a 2012, destacados na Figura 27, quatro são asiáticos: a China ocupa o primeiro lugar com 37,0%; o Japão, o segundo com 28,6%; a Coreia do Sul, o quarto com 11,6%; Taiwan, o sexto com 3,2%.

6.3.2 Domínios e subdomínios tecnológicos em edificações

O patenteamento em edificações mostrou-se associado a todos os domínios tecnológicos categorizados pela *Observatoire des Sciences et des Techniques* – OST, como mostra a Figura 28. Esse fato está relacionado com a heterogeneidade do setor de construção civil, em relação aos outros setores industriais. De acordo com Deconcic (2008), a indústria da construção civil é heterogênea e sua cadeia produtiva abrange setores industriais diversos, tais como cimento, siderurgia, química, mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos. Desse modo, o desenvolvimento tecnológico em edificações está relacionado com diversos contextos tecnológicos que possibilitam a visualização da sua interdisciplinaridade nos registros de patentes recuperados nesta dissertação.

Dentre os seis principais domínios destacados na Figura 28, o de *consumo* possui 77,2% dos registros de patentes no período de 2001 a 2012, ficando em primeiro lugar no *ranking*. O domínio *consumo* corresponde aos subdomínios bens de consumo e de equipamentos, Engenharia Civil, construção e mineração, confirmando assim a grande representação nos registros de patentes encontrados.

FIGURA 28 – Número de documentos de patentes dos domínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

Dentre os seis principais domínios destacados na Figura 28, o de consumo possui 77,2% dos registros de patentes no período de 2001 a 2012, ficando em primeiro lugar no *ranking*. O domínio *consumo* corresponde aos subdomínios bens de consumo e de equipamentos, Engenharia Civil, construção e mineração, confirmando assim a grande representação nos registros de patentes encontrados.

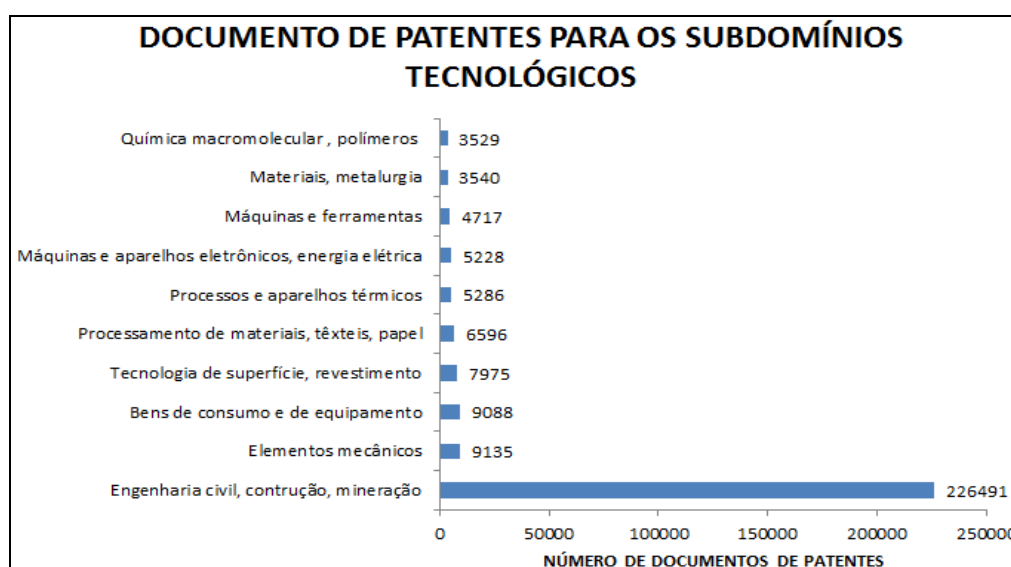
O domínio *engenharia mecânica e maquinaria* ocupa o segundo lugar com 8,0%, englobando os subdomínios máquinas-ferramentas; motores, bombas, turbinas; processamento térmico e aparelhos; elementos mecânicos; transporte; tecnologia espacial, armas. Em terceiro lugar no *ranking*, com 5,2% dos registros de patentes, encontra-se o domínio *química, farmacêutica* com seus subdomínios: química orgânica fina, química macromolecular, polímeros; indústria farmacêutica, cosméticos; biotecnologia; agricultura e indústria de alimentos; indústria química e de petróleo, química de materiais básicos; tecnologia de superfície, revestimentos; materiais, metalurgia.

Na sequência o domínio *engenharia de processo, equipamentos especiais*, com 5,0% dos registros, compreendendo os subdomínios engenharia química; processamento de materiais, têxteis, papel; manuseio, impressão; agricultura e processamento de alimentos, máquinas e aparelhos; tecnologia ambiental; engenharia mecânica. O domínio *engenharia elétrica* ocupa o quinto lugar com 3,4%, compreendendo os subdomínios máquina e aparelhos eletrônicos, energia elétrica; tecnologia audiovisual; telecomunicações; tecnologia da informação; semicondutores. E, por fim, o domínio *instrumentos* representa 1,2% e engloba os

subdomínios: ótica; análise, medição, tecnologia de controle; tecnologia médica; engenharia nuclear.

Todos os 30 subdomínios tecnológicos categorizados pela OST estão associados ao patenteamento em edificações, no período de 2001 a 2012. Nesta dissertação foram apresentados apenas os dez principais, conforme mostra a Figura 29. O subdomínio *Engenharia Civil, construção e mineração* é o que mais concentra documentos de patentes (n=226.491), representando 74,2%, como se verifica na Figura 29.

FIGURA 29 – Número de documentos de patentes dos dez principais subdomínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

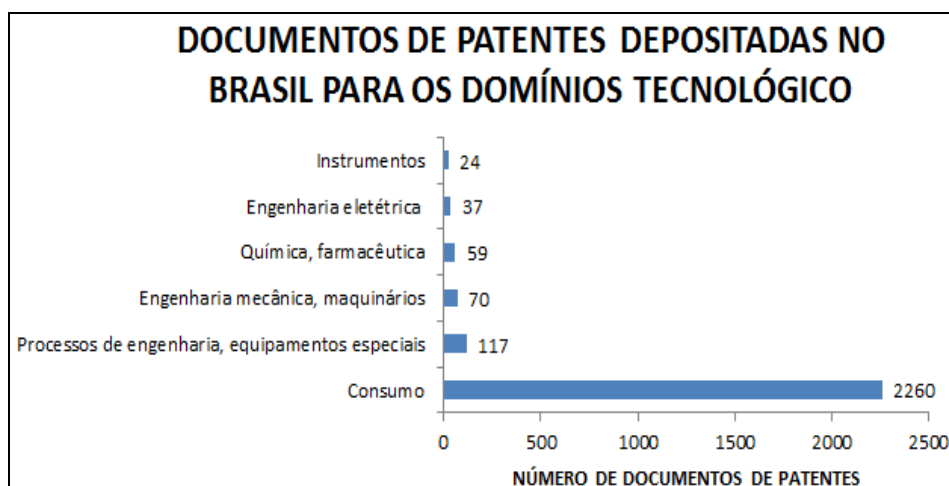
Nota: Dados adaptados pela autora.

Em segundo lugar em concentração de documentos de patentes em subdomínios, encontra-se o de *elementos mecânicos* com 3,0%. Em terceiro lugar, também com 3,0%, destaca-se o de *bens de consumo e equipamento*. Os outros subdomínios mostrados na Figura 29 possuem pequena porcentagem em relação ao total de documentos de patentes; no entanto, as ocorrências de pedidos de patentes em diferentes subdomínios tecnológicos ratificam a diversidade da cadeia produtiva da construção civil e sua interação com outras áreas do conhecimento (DECONIC, 2008).

No Brasil, os depósitos de patentes em edificações no período de 2001 a 2012 estão associados a todos os domínios tecnológicos, mostrando a heterogeneidade com outros setores industriais diversos (DECONCIC, 2008). O domínio *consumo*, que compreende os subdomínios bens de consumo e equipamento, Engenharia Civil, construção e mineração, está

associado a 88,0% dos documentos de patentes brasileiras, conforme mostra a Figura 30. O domínio consumo está relacionado aos subdomínios bens de consumo e equipamento; Engenharia Civil, construção e mineração. Vale ressaltar que o primeiro lugar do patenteamento mundial também foi o domínio *consumo* (74,2%).

FIGURA 30 – Número de documentos de patentes depositadas no Brasil dos seis principais domínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

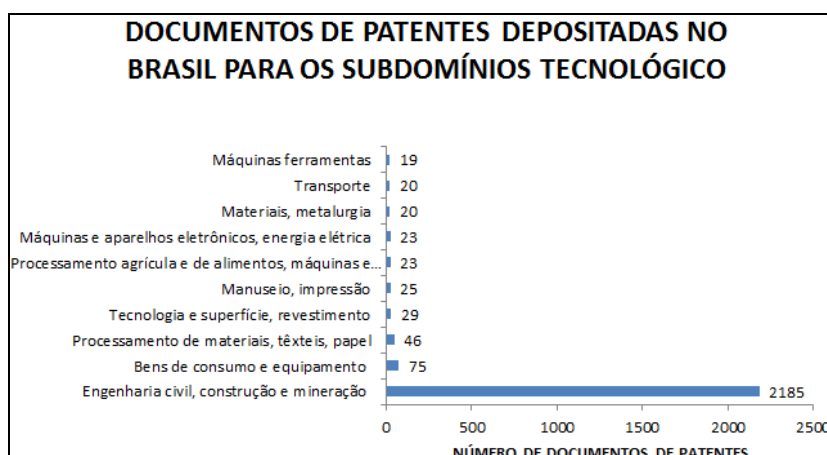
O domínio engenharia de processos, equipamentos especiais representa 4,6% dos documentos brasileiros de patentes no período de 2001 a 2012. Esse domínio corresponde aos subdomínios engenharia química; processamento de materiais, têxteis, papel; manuseio, impressão; agricultura e processamento de alimentos, máquinas e aparelhos; tecnologia ambiental; engenharia mecânica, máquinas.

Na sequência encontramos o domínio *engenharia mecânica, maquinaria* ocupando o terceiro lugar com 2,7%, de acordo com a ilustração da Figura 30, correspondente aos subdomínios máquinas-ferramentas; motores, bombas, turbinas; processamento térmico e aparelhos; elementos mecânicos; transporte; tecnologia espacial, armas. Em quarto lugar, com 2,3%, encontra-se o domínio *química, farmacêutica*, correspondente aos subdomínios química orgânica fina, química macromolecular, polímeros; indústria farmacêuticas, cosméticos; biotecnologia; agricultura e indústria de alimentos; indústria química e do petróleo, química de materiais básicos; tecnologia de superfície, revestimentos; materiais, metalurgia. Os domínios *engenharia elétrica e instrumentos* correspondem, respectivamente, a 1,4% e 0,9% dos depósitos de documentos de patentes brasileiras no período de 2001 a 2012. Vale ressaltar que, no patenteamento mundial, esses domínios também ocuparam o quinto e sexto lugares.

Em termos de subdomínios, os depósitos brasileiros em edificações no período de 2001 a 2012 estão associados a 28 dos 30 subdomínios formulados pela OST. Nesta dissertação são analisados os dez principais subdomínios das patentes depositadas no Brasil, conforme mostra a Figura 31. *Engenharia Civil, construção e mineração* constituem o principal subdomínio para os depósitos de documentos de patentes brasileiras, com 88,6%.

O subdomínio *bens de consumo e equipamento* está associado a 3,0% dos documentos de patentes do Brasil no período analisado, ocupando o segundo lugar no *ranking*; em terceiro lugar, *processamento de materiais, têxteis, papel*, com 1,8% do total dos dez subdomínios. Na sequência, encontram-se os subdomínios *tecnologia e superfície, revestimento* (1,2%); *manuseio, impressão* (1,0%); *processamento agrícola e de alimentos, máquinas e aparelhos* (0,9%); *máquinas e aparelhos eletrônicos, energia elétrica* (0,9%); *materiais, metalurgia* (0,8%); *transporte* (0,8%); *máquinas e ferramentas* (0,8%).

FIGURA 31 – Número de documentos de patentes depositadas no Brasil dos dez principais subdomínios tecnológicos associados a edificações no período de 2001 a 2012



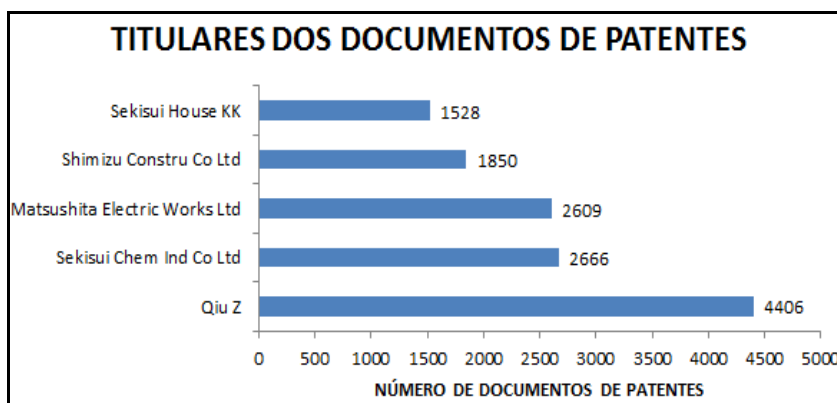
Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

6.3.3 Principais titulares e inventores de patentes em edificações

Dentre os cinco principais titulares dos documentos de patentes na área de edificações, recuperados no período de 2001 a 2012, um é pessoa física e quatro são de empresas (pessoa jurídica), como mostra a Figura 32. Isso pode estar associado a um sistema de inovação mais maduro e eficiente, assim como menor dependência das empresas em ICTs. Todos os principais titulares são asiáticos e atuam principalmente no setor da construção civil.

FIGURA 32 – Número de patentes depositadas pelos cinco principais titulares da patente, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.

Nota: Dados adaptados pela autora.

O chinês Qiu Zeyou foi quem mais solicitou registro de patentes entre os titulares listados no período da análise. Dos documentos de patentes associados a Qiu Zeyou, 98,1% são do subdomínio tecnológico Engenharia Civil, construção e mineração e 1,4% do subdomínio processamento de materiais, têxteis e papel. Dos cinco titulares selecionados nesta dissertação, Qiu Zeyou representa 33,7% dos registros (Figura 32). Os documentos de patenteamento de Qiu Zeyou, em sua maioria, referem-se a patentes de invenção e patentes de *design* (WEILING, 2005).

O número de documentos de patente da empresa japonesa Sekisui Chemical Ind Co Ltd representa 20,4% do total dos cinco titulares selecionadas, ficando em segundo lugar entre as empresas do *ranking* (Figura 32). Os principais subdomínios tecnológicos explorados pela Sekisui Chemical Ind Co Ltd foram o de Engenharia Civil, construção e mineração (73,1%); química macromolecular, polímeros (3,8%); elementos mecânicos (3,7%); processamento térmico, aparelhos (3,0%); bens de consumo e equipamento (2,3%); máquinas e aparelhos eletrônicos, energia elétrica (2,2%); processamento de materiais, têxteis, papel (2,0%); tecnologia da informação (1,4%); manuseio, impressão (1,4%); tecnologia espacial, armas (1,3%); o de máquinas e ferramentas (1,3%).

A japonesa Matsushita Electric Works Ltd ocupa o terceiro lugar no *ranking*, com 20,0% do total dos titulares selecionados, como indica a Figura 32. Os subdomínios – Engenharia Civil, construção e mineração (71,2%); máquinas, ferramentas (5,0%); tecnologia espacial, armas (4,4%); bens de consumo e equipamento (4,0%); máquina e aparelhos eletrônicos, energia elétrica (3,5%); processamento térmico e aparelhos (2,8%); processamento de materiais,

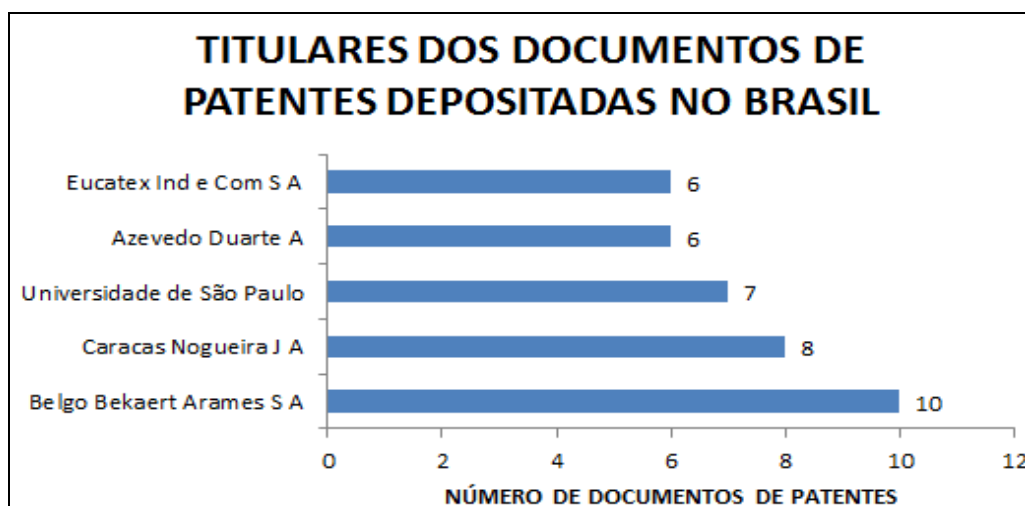
têxteis, papel (1,4%); química macromolecular, polímeros (1,1%) – estão associados aos principais subdomínios de documentos de patentes da empresa.

A empresa Shimizu Constru Co Ltd, de origem japonesa, aparece no quarto lugar em número de patenteamento em edificações no período analisado. Os principais subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes dessa empresa são Engenharia Civil, construção e mineração, com 78,0%; elementos mecânicos, com 9,7%; máquinas e aparelhos eletrônicos, energia elétrica, com 2,0%.

Os documentos de patentes da japonesa Sekisui House KK estão relacionados principalmente aos subdomínios tecnológicos de Engenharia Civil, construção e mineração (80,2%); tecnologia da informação (3,3%); bens de consumo e equipamento (3,1%).

No Brasil, dos cinco principais titulares selecionados para esta dissertação no período de 2001 a 2012, dois são empresas (pessoa jurídica), dois são pessoas físicas e um é uma universidade (USP). A Belgo Bekaert Arames S.A., parceira do grupo ArcelorMittal e Bekaert, possui a maior número de patentes depositadas no Brasil com dez registros, conforme mostra a Figura 33.

FIGURA 33 – Número de patentes depositadas, no Brasil, pelos dez principais titulares da patente, indexadas na base de dados da DII, no período de 2001 a 2012



Fonte: Derwent Innovations Index.
Nota: Dados adaptados pela autora.

O engenheiro civil Joaquim Antônio Caracas Nogueira, proprietário das empresas Protensão Impacto Ltda., Tecplast e Plasterit está em segundo lugar no *ranking* de depósitos de patentes no Brasil com oito registros. A Universidade de São Paulo (USP) está em terceiro lugar com

sete registros. Tal fato demonstra o interesse da USP nas pesquisas voltadas para a temática da construção civil, em especial no setor de edificações. O engenheiro civil Anselmo Azevedo Duarte e a empresa Eucatex Indústria e Comércio S.A., com seis registros cada um, ocupam o quarto e quinto lugares, respectivamente.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo foi dedicado à análise e discussão dos dados de publicação científica e tecnológica referentes à área da Engenharia Civil no mundo e no Brasil, realizados com base nos dados das publicações científicas e tecnológicas da área Engenharia Civil no período de 1970 a 2012, indexadas na base de dados Web of Science, e no período de 2001 a 2012 para a produção tecnológica, indexadas na base de dados da Derwent Innovations Index. As informações foram qualificadas e quantificadas com o auxílio do *software* VantagePoint®.

A seção 6.2 tratou da elaboração dos indicadores de produção científica. Foi demonstrada a evolução anual da produção científica em Engenharia Civil no mundo, e identificaram-se 218.999 registros de produção científica no período entre 1970 e 2012. O país com maior publicação científica indexada na base de dados da WoS são os Estados Unidos da América (EUA), com 74.963 registros. Em segundo lugar encontra-se a China, com 14.308 dados. Esses resultados são justificados porque se trata de duas das maiores potências econômicas mundiais no século 21.

A produção científica do Brasil, em comparação com a produção mundial, é tímida. No período de 1993 a 2002, representou 0,6% da publicação total e subiu para 1,3% no período entre 2003 e 2007, passando para 1,8% no período de 2008 a 2013. A produção brasileira indexada na base de dados WoS concentrou-se em um conjunto de instituições brasileiras, principalmente em instituições públicas de todas as regiões geográficas brasileiras, com destaque para as Regiões Sudeste e Sul.

O Estado de São Paulo foi o que mais teve publicações (31,6% do total de publicações nacionais), seguido do Estado do Rio de Janeiro com 19,4%. Os Estados de Minas Gerais com 12,4% e do Rio Grande do Sul com 10,3% ocupam, respectivamente, o terceiro e quarto lugares.

A Universidade de São Paulo (USP) com 455 publicações científicas ocupa o primeiro lugar entre as instituições de ciência e tecnologia pesquisadas, seguida da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com 429 publicações. A Universidade Federal do Rio de Janeiro aparece em terceiro lugar, com 251 publicações. A Universidade Federal do Espírito Santo, com 14 publicações científicas, ficou em 22.º lugar. A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) foi a instituição privada mais bem classificada, com 76 publicações científicas na área da Engenharia Civil.

A importância da indústria da construção civil para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do Brasil é justificada por uma série de indicadores: é responsável por um valor agregado de R\$224 bilhões, ou 8,5% do PIB do país; dá ocupação a mais de 10 milhões de trabalhadores, dos quais mais de sete milhões na atividade central da construção civil; os edifícios consomem entre 30% e 40% da energia primária mundial; a construção é o setor que mais consome recurso (CBIC, 2012). Entretanto, a despeito desses dados, a construção civil é um setor de evolução tecnológica muito lenta se comparada à indústria de transformação.

Entre os assuntos mais estudados, “concreto”, com 4.121 publicações, ocupa o primeiro lugar, seguido de “concreto armado” com 2.108 publicações e “adsorção” com 2.006 publicações. No Brasil, “adsorção” aparece em primeiro lugar com 141 publicações, seguido de perto por “concreto” com 132 publicações e “corrosão” com 98 publicações.

Entre os autores que, no mundo, mais publicaram no período estudado, houve uma predominância dos asiáticos. Dos 20 autores mais produtivos, treze são asiáticos. No Brasil, o pesquisador Toledo, R.D. lidera o *ranking* com 45 publicações; em segundo lugar, com 43 publicações, aparece Andrade, S.A.L.; em terceiro, com 37 registros, Airolti C.

Na sequência, foram identificados os periódicos mais utilizados no Brasil e no mundo para a publicação na área da Engenharia Civil. Esse indicador visa a demonstrar as fontes mais utilizadas pelos pesquisadores para a difusão do conhecimento.

A seção 6.3 tratou da elaboração de indicadores de produção tecnológica com base nos registros de patentes recuperados nesta dissertação, na base de dados Derwent Innovations Index (DII), no período de 2001 a 2012. Foi demonstrada a evolução do patenteamento nos anos abordados pela pesquisa e sua distribuição geográfica no Brasil e no mundo. Foram recuperados 257.887 registros de patentes. Trata-se de uma quantidade pequena se comparada

à importância do setor da Engenharia Civil no desenvolvimento econômico de um país. No Brasil foram identificados 2.088 registros.

No mundo, o crescimento gradativo de registros de patentes ocorreu desde 2007, com destaque para 2009 a 2011, anos responsáveis por 37,0% do total de registros de patentes analisados. Assim como no mundo, no Brasil o crescimento no número de patentes também se iniciou em 2007. Em 2009 foram depositados 17,2% do total dos registros de patentes do Brasil.

Dentre os 20 países maiores depositantes de pedidos de patentes na área de edificações do setor da construção civil no período de 2001 a 2012, 11 estão localizados na Europa, três na América, um na África, um na Oceania e quatro na Ásia. A China lidera com 81.130 registros. O Japão vem em segundo lugar, com 80.360 registros de patentes. Os Estados Unidos ocupam o terceiro lugar com 26.039 registros de patentes. O Brasil ocupa o 13.º lugar com 2.088 registros.

Os registros de documentos de patentes recuperados estão relacionados com todos os domínios e subdomínios tecnológicos da OST, indicando a heterogeneidade e a interdisciplinaridade da área de edificações no setor da construção civil. No Brasil, os documentos de patentes também estão associados a todos os domínios tecnológicos.

Dos cinco principais titulares de patentes, quatro são empresas e um é pessoa física. O primeiro lugar é ocupado pelo chinês Qiu Zeyou, com 4.406 registros; em segundo lugar, com 2.666 registros, encontra-se a empresa japonesa Sekisui Chemical Ind Co Ltd. Na sequência, destacam-se as empresas japonesas Matsushita Electric Works Ltd (2.609), Shimizu Constru Co Ltd (1.850) e *Sekisui House KK* (1.528).

No Brasil, a empresa Belgo Bekaert Arames S.A. ocupa o primeiro lugar com dez registros. Em segundo lugar, com oito registros, encontra-se Joaquim Antônio Caracas Nogueira. Na sequência destacam-se a Universidade de São Paulo – USP (7), Anselmo Azevedo Duarte (6) e a empresa Eucatex Indústria e Comércio S.A. (6).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de C,T&I são elementos-chave para o crescimento, a competitividade e o desenvolvimento econômico e social de países. Isso tem motivado, aos longos das últimas décadas, uma ênfase crescente ao tema na agenda de políticas públicas em vários países visando ao desenvolvimento científico e tecnológico e, conseqüentemente, sua competitividade.

Os constantes investimentos realizados em C,T&I, por partes de alguns países, motivaram a criação de um sistema de indicadores servindo como ferramenta para compreender, avaliar e monitorar os processos de produção, difusão e o uso de conhecimento científico, tecnológico e inovação. A elaboração e o uso de indicadores de C,T&I sobre a produção científica e tecnológica recebem atenção crescente como instrumento para medição de resultados da atividade no setor a ser estudado.

A produção científica ganha importância crescente como fator de impulsão da ciência, tecnologia, inovação e competitividade. Os indicadores de produção podem contribuir, por exemplo, para a análise de resultados da infraestrutura disponível e das políticas de investimentos em pesquisa científica e tecnológica. Também são úteis na análise da dinâmica das diferentes áreas científicas, inclusive na identificação e compreensão de áreas emergentes ou consolidadas (FAPESP, 2010).

Com base na análise da produção científica e tecnológica para a área da Engenharia Civil realizada nesta dissertação, no período de 1970 a 2012, suportada pela utilização de técnicas bibliométricas para a elaboração de indicadores bibliométricos, verificou-se expressiva evolução na produção científica mundial, indexada na base de dados da Web of Science.

Quando se trata de analisar a evolução do crescimento das pesquisas por distribuição geográfica, observa-se que países com maior produção científica na área da Engenharia Civil são os que têm maior produção científica em geral, como é o caso dos Estados Unidos, da China e do Canadá. O Brasil ocupa a 19.^a posição no *ranking* mundial, por país, de produção científica na área da Engenharia Civil. Em relação à produção científica no Brasil por Estados de federação, a pesquisa na área da Engenharia Civil apresentou, nos últimos anos, um crescimento importante, porém discreto, quando comparado com sua relevância para o desenvolvimento social, econômico e participação significativa no PIB brasileiro.

Mesmo que o baixo número de citações indexadas na base de dados para a área da Engenharia Civil seja considerado pequeno em relação ao de outros países do mundo, ocorreu um significativo crescimento entre 2007 e 2010. No entanto, foi constatada uma desaceleração de 2011 e 2012. Esse fato provavelmente está relacionado com o aumento das indexações da produção científica brasileira nas bases de dados SSCI, SCIE.

Das vinte instituições de C&T públicas e privadas do mundo selecionadas nesta dissertação referentes à produção científica da área da Engenharia Civil, as dos Estados Unidos apresentam a maior quantidade (n=8) entre as que mais publicam, seguidos da China (n=6). No entanto, a instituição que mais publicou no mundo, ficando com o primeiro lugar no *ranking*, foi a Indian Institute of Technology, localizada na Índia. Isso indica que provavelmente esses países consideram a construção civil uma atividade estratégica para fomentar investimentos na área de C,T&I.

Já na produção científica gerada pelas instituições de C&T públicas e privadas brasileiras, merecem destaque a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal de do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) como instituições de maior produção científicas indexadas na base de dados da WoS, na área da Engenharia Civil. Tal fato mostra que as instituições acima mencionadas vêm incrementando o programa de pós-graduação para a formação de recursos humanos, além de receberem recursos financeiros para fomentar a geração e a difusão do conhecimento na área da Engenharia Civil.

A produção científica mundial por autor reforça que o domínio do conhecimento em Engenharia Civil se concentra em autores asiáticos. No caso das publicações dos autores brasileiros, nota-se que a maioria se vincula às instituições localizadas nos Estados do Rio de Janeiro (n=8), de São Paulo (n=5) e do Rio Grande do Sul (n=5). Isso mostra a centralização da pesquisa em alguns Estados, porém distribuída em várias instituições de C&T, demonstrando interesse na pesquisa em Engenharia Civil.

Entre os assuntos de maior relevância, de acordo com a pesquisa na área da Engenharia Civil, os três mais estudados no *ranking* são concreto, concreto armado e absorção. Ademais, destacam-se, em ordem decrescente, compressão, otimização, simulação, durabilidade,

métodos de elementos finitos, pontes, escória, ductilidade, corrosão, forças, modelagens, flambagens, água subterrânea, análise de elementos finitos e microestruturas.

Os periódicos que apresentam maior quantidade de publicações foram Cement and Concrete Research (n=5.570), Journal of Structural Engineering – ASCE (n=5.299) e Building and Environment (n=3.646). Esses dados representam os mais importantes periódicos utilizados pelos pesquisadores na área da Engenharia Civil no mundo e no Brasil.

A produção tecnológica na área da Engenharia Civil, estudada nesta dissertação, no período de 2001 a 2012, por meio de documentos de patentes em edificações, permitiu identificar os avanços no desenvolvimento tecnológico no setor de edificações. Foi possível mapear a evolução temporal do patenteamento, a distribuição geográfica, os países proeminentes, os principais atores, além dos principais domínios e subdomínios tecnológicos associados, tanto no mundo quanto no Brasil, utilizando a metodologia estabelecida.

A análise dos indicadores tecnológicos elaborados com base nos documentos de patentes possibilitou compreender a dinâmica do patenteamento para a área de edificações pertencente ao setor da Engenharia Civil. Verificou-se um crescimento no número de documentos de patentes no período de 2009 a 2011, acumulando 37,02% dos documentos recuperados. Observou-se uma tendência de consolidação de patenteamento para os países da Europa, América, Ásia, Oceania, Eurásia e África, o que pode estar associado a grandes investimentos na área da Engenharia Civil, em especial no setor de edificações, realizados nesses países, proporcionado a necessidade para o desenvolvimento de novas tecnologias, assim como a segurança delas por meio das patentes. Os países que apresentaram os maiores registros de patenteamento foram a China, o Japão e os Estados Unidos. Esse fato está associado a um sistema de inovação mais eficiente nesses países.

O Brasil ocupa o 13.º no *ranking* mundial, porém representa apenas 0,80% do total de documentos de patentes recuperados, quando comparados com os registros mundiais, o que confirma a baixa velocidade da geração e difusão de novos recursos tecnológicos do setor da construção civil com os demais setores econômicos do país que absorvem, implantam e aperfeiçoam rapidamente as tecnologias.

Desse modo, os dados sobre a produção tecnológica brasileira obtidos nesta pesquisa demonstram que a inovação no âmbito da área de edificações, pertencente ao setor da Engenharia Civil, ainda é de baixa escala, necessitando do desenvolvimento de políticas

públicas e privadas voltadas para a ciência, tecnologia e inovação visando ao desenvolvimento científico e tecnológico do país.

O governo brasileiro tem feito grandes esforços para estimular a inovação local oferecendo diversos incentivos para empresas que investem em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Tais esforços incluem incentivos fiscais para P&D, subsídios do governo, investimentos de participação em empresas patrocinados pelo governo e depreciação instantânea para investimentos em P&D, além dos incentivos baseados na cooperação universidade-empresa-governo (THOMSON REUTERS, 2013; MILANEZ, 2011).

A área de edificações está associada a todos os seis domínios tecnológicos relacionados pela OST na área de engenharia elétrica; instrumentos; química e farmacêutica; engenharia de processo, equipamentos espaciais; engenharia mecânica, máquinas; consumo. Esse resultado confirma a heterogeneidade da área de edificações pertencente ao setor da Engenharia Civil com outros setores industriais.

Os registros de patentes da Engenharia Civil, especificamente em edificações, estão associados principalmente ao subdomínio Engenharia Civil, construção e mineração. Os outros 29 subdomínios possuem registros, porém com baixa representação. Desse modo, pode-se confirmar que as produções tecnológicas para a área de edificações pertencente ao setor da Engenharia Civil ocorrem na área da Engenharia Civil, construção e mineração.

Do ponto de vista dos titulares dos documentos das patentes, dos cinco principais titulares selecionados, quatro são empresas e um é pessoa física. No Brasil, os principais titulares são duas pessoas físicas e três empresas, das quais uma universidade, o que pode estar associado ao interesse dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a área de edificações, com o objetivo de fomentar a inovação tecnológica para esse setor.

As técnicas bibliométricas mostram que a dissertação pode ser de grande utilidade para a descoberta de produção científica e tecnológica na área da Engenharia Civil. Da mesma forma, espera-se que os resultados obtidos neste estudo sejam de grandes interesses para as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), Fundações de Apoio Institucionais (FAIs), Fundações de Amparo a Pesquisa (FAPs) e Órgãos de Fomento como Finep, Bandes, CNPq.

Esse fato objetiva incrementar a produção científica e tecnológica na área da Engenharia Civil por meio da criação de programas de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico, à

formulação de projetos de C,T&I e também à tomada de decisão quanto a investimentos em P,D&I por partes das empresas do setor.

A ampliação da colaboração na atividade da pesquisa é importante para o desenvolvimento científico e tecnológico em face do aumento da complexidade e multidisciplinaridade para o enfrentamento dos desafios da investigação científica. Os programas de apoio à pesquisa podem exercer um papel fundamental para o estímulo da formação de redes de colaboração, de forma que se alcancem resultados científicos e tecnológicos mais expressivos e, ao mesmo tempo, proporcionem maior visibilidade e reconhecimento da ciência nacional (FAPESP, 2010).

Entre os objetivos esperados, a dissertação decerto contribuirá para futuros estudos sobre a produção científica e tecnológica na área da Engenharia Civil, bem como para propostas de aplicação das técnicas bibliométricas como forma de análise, aliada aos métodos quantitativos de tratamento da informação científica e tecnológica, considerando a possibilidade da existência de fatores que podem ou não ser refletidos nesse tipo de estudo pela ausência de maior exploração e análise dos conteúdos presentes nas publicações científicas.

Desse modo, os resultados desta pesquisa são relevantes para a construção do conhecimento científico e tecnológico na área da Engenharia Civil. Todavia, devem-se considerar as limitações do estudo, pois são passíveis de questionamento, principalmente relacionados com a proposição de conhecer a quantidade e a qualidade da ciência produzida por um país ou por uma determinada instituição. Considera-se, ainda, que parte significativa das produções científicas pode não estar publicada nas revistas indexadas na base de dados utilizados nesta dissertação.

Nesta dissertação foi feito um estudo exploratório com a utilização da base de dados da Web of Science e Derwent Innovations Index, o qual verificou ser viável seu uso para a criação de indicadores bibliométricos.

No entanto, estudos futuros podem apontar a necessidade de comparar os resultados obtidos na base de dados da WoS com outros na base de dados internacionais, como a base multidisciplinar da Scopus, assim como com os da base de dados nacionais, tais como a base SciELO, a Plataforma Lattes do CNPq, a base de dados de Teses e Dissertações, do IBICT; outras similares para a produção científica; além de outras bases ou metodologias para a

realização da produção tecnológica visando à disseminação do conhecimento e à criação de indicadores de C,T&I para a área da Engenharia Civil.

São recomendáveis a continuidade sistemática de esforços e a criação de um banco de dados com indicadores de C,T&I na área da Engenharia Civil, de técnicas para a elaboração e análise de indicadores bibliométricos voltados para as necessidades brasileiras e da formulação de políticas para a melhoria de próprio conhecimento da sociedade sobre a ciência nacional.

Por fim, os indicadores bibliométricos contidos nesta dissertação podem ser utilizados como ferramenta tanto para o planejamento como para a execução de políticas visando à melhor compreensão da ciência pela comunidade científica, empresarial e por outros segmentos da sociedade.

8 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

São propostas as seguintes recomendações de pesquisa para C,T&I, para trabalhos futuros, voltadas para a produção científica e tecnológica na área da Engenharia Civil:

- Realizar um estudo da produção científica e a elaboração de indicadores bibliométricos das bases de dados da Scopus e SciELO, com o objetivo de complementar a pesquisa para a área de conhecimento da Engenharia Civil.
- Elaborar um estudo da produção científica em anais de congressos nacionais e internacionais da área da Engenharia Civil para a elaboração de indicadores bibliométricos.
- Avaliar a situação dos investimentos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil, direcionados para a área da Engenharia Civil.
- Analisar os índices de patentes por meio dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento realizados pelo governo ou por empresas públicas ou privadas do setor da Engenharia Civil.
- Realizar um estudo com o objetivo de identificar o percentual de inserção de novas tecnologias no setor da construção civil e da Engenharia Civil por meio das soluções tecnológicas abordadas nas dissertações e teses de doutorado.
- Elaborar indicadores bibliométricos de patentes baseados nos outros itens da Seção E – construção fixa, da classificação internacional de patentes, não utilizados nesta dissertação, a fim de mapear a situação completa do patenteamento do setor da construção civil no mundo e no Brasil.
- Realizar um estudo das patentes depositadas no Brasil por intermédio do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) para a área da construção civil por meio de indicadores bibliométricos.
- Elaborar um estudo comparativo entre o desenvolvimento econômico do setor da construção civil para o Brasil e o seu desenvolvimento científico e tecnológico.

9 REFERÊNCIAS

ABRAMAT; FGV PROJETOS. Perfil da Cadeia Produtiva da Construção Civil e da Indústria de Materiais, 2011.

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria**: evolução histórica e questões atuais. Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

BARROS NETO, J. P. Proposta de um Modelo de Formulação de Estratégias de Produção para Pequenas Empresas de Construção Habitacional. 1999.342 f. **Tese** (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BASTOS, E. C.; HEIN, N.; FERNANDES, F. C. Inserção da controladoria em artigos publicados em eventos científicos nacionais. Revista de contabilidade da UFBA. v. 4, n. 1, p. 4-22, jan./abr. 2010. Disponível em:
<<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rcontabilidade/article/view/3742/3351>>. Acesso em: 14 out. 2013.

BNDES. **Apoio a Construção Civil**. Set. 2009. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/cartilha/CartilhaConstrucaoCivil.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2009.

BNDES. **Fundo de estruturação de Projetos**: BNDES FEP. 2010. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Apoio_a_estudos_e_pesquisas/BNDES_FEP/index.html>. Acesso em: 9 jun. 2012.

BOYACK, K, W; KLAUVANS, R. et al. **Mapping the backbone of science**. Scientometrics. v. 64, n. 3, p. 352-374, abr. 2005.

BRASIL. ABDI – **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Estudo Prospectivo Relatório Prospectivo Setorial. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, 2009.

CABRAL, Álvaro Campo. **Ciencia, tecnología, educación superior, gerencia ambiental e integración**: reflexiones. Santa Fe de Bogotá, D. C., Colombia: Solórzano Editores, 2000. 165 p.

CAGED. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados**. Disponível em:
<<http://carep.mte.gov.br/geral/estatisticas.asp?viewarea=caged>>. Acesso em: 8 jun. 2012.

CALLON, M; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. **La scientométrie**. Paris: Presses Universitaires de France, 1993.

CAPES. **Resultado de Avaliação de Programas**: produção bibliográfica distribuída segundo a estratificação Qualis, Teses e Dissertações defendidas e número de Docentes permanentes, triênio 2010-13 e Nota final da Avaliação 2013. Disponível em:
<<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarArea&identificador=10>>. Acesso em: 07 de abr. 2014

CAPES. **Resultado de Avaliação de Programas**: produção bibliográfica distribuída segundo a estratificação Qualis, Teses e Dissertações defendidas e número de Docentes permanentes, triênio 2007-09 e Nota final da Avaliação 2010. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/resultados-da-avaliacao-de-programas>>. Acesso em: 9 jun. 2012.

CASSIOLATO, Jose Eduardo. **As políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação da China**. Boletim de economia e política internacional/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais. n. 1, jan./mar. 2010. Brasília: Ipea. Dinte, 2010. p. 65-80.

CASTRO, Luiz Otavio da Cruz de Oliveira. **Cooperação tecnológica para inovação no setor da construção civil**. 2013. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

CBIC; Bando de dados. **Composição da Cadeia Produtiva da Construção Civil – 2010**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/textos.asp?tipo=6>>. Acesso em: 8 jun. 2012.

CBIC; Banco de dados. **Indicadores da Conjuntura Nacional e Setorial**. Resumo Contas Nacionais: PIB Brasil e Construção Civil. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 25 set. 2013.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Relatório prospectivo setorial: construção civil**. Brasília, 2009.

CHAIMOVICH, H.; LETA, J. **Recognition and International Collaboration: the Brazilian Case**. *Scientometrics* (Print), Hungria, v. 53, p. 325-335, 2002.

CNPQ. **Diretórios dos Grupos de Pesquisa no Brasil**. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/>>. Acesso em: 9 jun. 2012.

CNPQ. **Investimentos do CNPq em C,T&I. Projetos e Investimentos a Pesquisa CNPq**. Disponível em: <<http://fomentonacional.cnpq.br/dmfomento/home/fmtvisualizador.jsp>>. Acesso em: 9 jun. 2012.

COZZENS, Susan E. **End of empire**: external and internal transitions in US policies for science, technology and innovation. *Prometheus*. Dez. 2011, v. 29, n. 4, p. 393-409.

DECONCIC. **Proposta de Política Industrial para Construção Civil** – Edificações. FIESP: Outubro de 2008.

DERWENT INNOVATIONS INDEX. **Advanced Search Field Tags**. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com/WOKRS510B3_1/help/WOS/hp_subject_category_terms_tasca.html>. Acesso em: 22 jun. 2013.

DIEESE. **Estudo Setorial da Construção – 2011**. n. 56. abr. 2011.

EXAME. **SindusCon: construção civil deve crescer 6,1% em 2011.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/brasil/noticias/sinduscon-construcao-civil-deve-crescer-6-1-em-2011>>. Acesso em: 9 jul. 2011.

FARIA, L. I. L. **Prospecção tecnológica em materiais: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico – aplicação da análise de tratamento de superfície resistente aos desgastes.** 2001. 187 f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Carlos, São Carlos, 2001.

FIESP/FEC. **Subsídios para uma Política Industrial para Construção Civil – Edificações.** Rio de Janeiro, 2008 (Relatório de Pesquisa).

FINEP. **Balanco mostra impacto do Programa HABITARE.** 20 maio 2008. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=1498>. Acesso em: 9 jun. 2012.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – **FAPESP.** Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo, 2010. São Paulo, 2010.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – **FAPESP.** Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo, 2004. São Paulo, 2005.

GARCIA MESSEGUER, A. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção.** São Paulo: SINDUSCON/Projeto, 1991.

GEISLER, Eliezer. **The Metrics of Science and Technology.** Ed. Quorum Books. Westport, Connecticut. London, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODIN, B. **Outline for a history of science measurement:** project on the history and sociology of S&t statistics. Montréal: INRS. Observatoire des Sciences et des Technologies, 2000. 33p.

GODIN, Benoît – **The Number Makers:** A Short Story of Official Science and Technology Statistics. Project on the History and Sociology of S&T Statistics. OST – Observatoire des Sciences et des Technologies. Working Paper n. 9. Canadá, julho de 2001. Trabalho Impresso.

GREGOLIN, J. A. R. et al. **Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos.** In: Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2004. São Paulo: FAPESP, 2005. Cap. 5, p. 1-44.

GUSMÃO, R. **Nuevas estructuras de producción y difusión de indicadores de C&T:** um panorama internacional. Cuadernos Del CENDES – Tercera Epoca, Caracas, Venezuela, v. 19, n. 51, p. 19-41, sep./dic. 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa anual da indústria da construção. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais:** indicadores de volume e valores correntes. 6 mar. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2093&i>

d_pagina=1&titulo=Em-2011,-PIB-cresce-2,7%-e-totaliza-R\$-4,143-trilhoes>. Acesso em: 8 jun. 2012.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**: indicadores de volume. 3 mar. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1830&i_d_pagina=1>. Acesso em: 8 jun. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Publicação oficial Classificação Internacional de Patentes (IPC)**. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/#refresh=page>>. Acesso em: 20 out. 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 312 p.

LEITE, Alexandre César Cunha. **Investimentos em P&D no Brasil e na China**: uma questão de estrutura. Boletim Meridiano 47. v. 14, n. 137, mai./jun. 2012. p. 13-19.

LETA, J.; CRUZ, C. H. B. **A produção científica brasileira**. In: INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 2003. p. 1- 616.

LIU, F.; SIMON, D.; YU-TAO, C. China's innovation policies: evolution, institucional structure, and trajectory. Research policy, 2011, v. 40, p. 917-931.

MACIAS-CHAPULA, C. A. **O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional**. Ciência da Informação, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, mai./ago. 1998.

MATOS, Carolina. **Obter registro de patente no Brasil pode levar até 15 anos**. Folha de São Paulo Mercado. São Paulo, 29. abr. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1097800-obter-registro-de-patente-no-brasil-pode-levar-ate-15-anos.shtml>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

MARCOVITCH, J. **Interação da instituição de pesquisa industrial com seu ambiente e suas implicações na eficiência organizacional**. São Paulo, 1978. Tese (Livre-docência) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia e Administração.

MARTÍNEZ, Eduardo; ALBORNOZ, Mario. **Indicadores de ciência y tecnologia**: estado del arte perspectivas. Venezuela: Nueva Sociedad, 1998. p. 13.

MARTINS, Geraldo M. **Situações e Perspectivas das Estatísticas Nacionais de Ciência e Tecnologia**. Brasília: IBICT, 1993.

MARTINS, Marcelo G.; BARROS, Mercia M. S. B. **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção. São Carlos, setembro, 2003.

MENEZES FILHO, Hildebrando. **Relatos e Reflexões sobre o Sistema de Informações do CNPq numa Sociedade Democrática**. Brasília: UNB/CDS, fevereiro de 2001. Trabalho Impresso.

Ministério da Ciência e Tecnologia – **Termo de Compromisso de Gestão entre o Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT e o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT**. Brasília: 2003. Disponível em: <www.mct.gov.br>. Acesso em: ago. 2012.

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) – **Livro Branco: ciência, tecnologia e inovação**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002.

MILANEZ, D. H. Nanotecnologia: Indicadores tecnológicos sobre os avanços de materiais a partir da análise dos documentos de patentes. São Carlos: UFSCar, 2011. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2011.

MDIC/USP. **O Futuro da Construção Civil no Brasil**: resultados de um estudo de Prospecção da Construção Civil e da Construção Habitacional. São Paulo, 2003.

MESSEGUER, Álvaro Garcia. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. São Paulo: SINDUSCON/Projeto, 1991.

MONTEIRO, Viviane. Registros de patentes crescem 60% em uma década no Brasil. **Jornal da Ciência**. Rio de Janeiro, 11 de out. 2013. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/impresso/JC747.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

NACIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Science and Engineering Indicators 2010**. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c5/c5s.htm>>. Acesso em: 27 jul. 2012.

OCDE. Manual de Frascati. **Propostas e práticas para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental**. 3. ed. 2002.

OCDE. Manual do Oslo. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. ed. 2007.

OCDE. **The measurement of scientific and technical actividades**: proposed standard practice for surveys of research and experimental development. Paris, 1993.

OHAYON, Pierre. Quadro metodológico para implementação de um sistema de indicadores da avaliação na FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. XVI Simpósio Nacional de Pesquisa em Administração. 20 a 30 de outubro de 1991. **Anais...** Rio de Janeiro, 1991. p. 81.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of reserarch systems:methods and exemples**. Paris: OECD, 1997. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/fulltext/5lgsjhvj7ng0.pdf?expires=1343409857&id=id&accname=guest&checksum=9A7AB9AEF8C6FC421E967B319CBD82ED>>. Acesso em: 27 jul. 2012.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO (OCDE). **Manual de Frascati**: medição de atividades científicas e tecnológicas. João Pessoa: CNPQ – IBICT. 1978.150 p.

PACKER, Abel L. **Os periódicos brasileiros e a comunicação da pesquisa nacional**. Rev. USP [online]. 2011, n. 89, p. 26-61. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-99892011000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 9 abr. 2014.

PINTO, Maria Margareth N. **Indicadores de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Produtivo: necessidades e perspectivas no Brasil**. Brasília: UNB/CDS, dezembro de 2000. Trabalho Impresso.

PRITCHARD, A. **Statistical bibliography or bibliometrics?** Journal of Documentation, v. 25, n. 4, p. 348-349, dez. 1969.

PROGRAMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO – **PIT**. Disponível em: <http://www.pit.org.br/1a-fase/construcao>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

RAO, I. K. **Métodos quantitativos em biblioteconomia em ciência da informação**. Brasília: ABDF, 1986.

REHEN, S. **Blog pode ser futuro da publicação científica**. G1, 18 abr.2007. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,MUL23599-5603,00.html>>. Acesso em: 28 jul. 2012.

ROSTAINING, H. **La bibliométrie ET ses techniques**. Collection “Outilus et methodes”, co-édition sciences de la société et CRRM – Centre de Rétrospective de Marseille. Marseille. 1996.

SANCHO, R. **Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnologia**: revision bibliográfica. Revista Española de Documentación Científica, Madrid, 1990. v. 13, n. 3-4, p. 842-865.

SANCHES, Osvaldo Maldonado. **Dicionário de orçamento, planejamento e áreas afins**. 1. Ed. Brasília: Prisma, 1997. p. 129.

SCHMOCH, Ulrich. **Concept of a Technology Classification for Country Comparisons**. Annex to the IPC/CE/41/5 final report to WIPO. Jun 2008. Disponível em: <http://www.wipo.int/edocs/mdocs/classifications/en/ipc_ce_41/ipc_ce_41_5-annex1.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2013.

SCHWARTSMAN, Hélio. **Ranking Universitário Folha**. Folha de São Paulo, São Paulo, set. 2012. v. 3, p. 3.

SEPLAN/CNPq – **Orçamento Nacional de Ciência e Tecnologia – 1982**. Brasília: Coordenação Editorial, 1983.

SEPLAN/CNPq – **Orçamento da União para Ciência e Tecnologia – 1982**. Brasília: Coordenação Editorial, 1981.

SILVA, S. Comunicação organizacional em empresas de construção civil sob a ótica do planejamento estratégico. 157 p. Curitiba, 2002. **Dissertação** (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR.

SILVA, V. J. B. **Produção do conhecimento científico e tecnológico por meio da análise dos registros bibliográficos dos artigos científicos e patentes sobre espécies vegetais da biodiversidade amazônica**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SOUTO, M. S. M. L. **Estudo comparativo entre Brasil e Portugal das práticas gerenciais em empresas de construção civil sob ótica da Gestão do Conhecimento**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOUZA, E.P.S. **Publicação de revista científica internacional: seguindo modelo Scielo**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, eixo temático: Medicina e Ciências Correlatas. Universidade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2006.

SPINAK, E. **Indicadores cientiométricos**. Ciência da informação, Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148, mai./ago. 1998.

STAL, E. **Centros de pesquisa cooperativa: um modelo eficaz de interação universidade – empresa?** 1977. 220 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

SU, Hin; LEE, Pc. **Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: a first look at journal papers in technology foresight**. Scientometrics. v. 85, n. 1, p. 65-79, jun. 2010.

THOMPSON, Priscila. Ensino Superior: O que falta para a UFES ser líder em qualidade. **A Gazeta**, Vitória, 16 set. 2012. Caderno Cidades, p. 3.

THOMSON REUTERS. Thomson Reuters Web of Science. Disponível em <<http://wokinfo.com/nextgenwebofscience>>. Acesso em 24 de abr. 2014.

THOMSON REUTERS. **Brasil: atuais desafios e tendências da inovação**. Set. 2013. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/images/docs/brazil_-_current_innovation_trends_and_challenges_final_091313_pt-br.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2013.

THOMSON REUTERS. **ISI Web of Knowledge**. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com/WOKRS510B3_1/help/WOS/hp_subject_category_term_tasca.html>. Acesso em: 22 jun. 2013.

THOMSON REUTERS. **Web of Science**. Disponível em: http://apps.webofknowledge.com/WOS_AdvancedSearch_input.do?product=WOS&SID=4B8Laaf84e4jNi2L4ga&search_mode=AdvancedSearch. Acesso em: 12 mar. 2013.

THOMSON REUTERS. **Isi Knowledge**. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/h_database.html>. Acesso em: 27 jun. 2012.

TRZESNIAK, Piotr. **Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento**. Ciência da Informação. v. 27, n. 2. ISSN 0100-1965. Brasil. 1998. Obtido

via Base de Dados SciELO. Capturado em 26 de junho de 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>.

VAN RAAN, A. F. J. **Scientometrics**: state-of-the-art. *Scientometrics*, 1997. v. 38, n. 1, p. 205-218.

VANTAGEPOINT. SEARCH TECHNOLOGY. Disponível em: <<https://www.thevantagepoint.com/>>. Acesso em 20 dez. 2013.

VANTI, N. A. P. **Da bibliometria à webometria**: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002.

VASCONCELOS, S. M. R. *Ciência no Brasil: uma abordagem cienciométrica e linguística*. 2008. 206 f. **Tese** (Doutorado em Química Biológica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VELHO, Léa. Cuidado com os rankings científicos. Agência de Notícias Prometeu. Disponível em: <<http://www.prometeu.com.br/bb-lea.asp>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

VELHO, L. M. S. **Estratégias para um sistema de indicadores de C&T no Brasil**. *Parcerias Estratégicas*, 2001. n. 13, p. 109-121.

VELHO, L. M. S. **Indicadores científicos**: aspectos teóricos y metodológicos e impactos em la política científica. In: MARTINEZ, E.; ALBORNOZ, M. (Ed.). *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*. Caracas: Nueva Sociedad, 1998. p. 23-51.

VELHO, Lea. **Indicadores científicos**: aspectos teóricos y metodológicos. In: MARTÍNEZ, Eduardo (Ed.). *Ciencia, tecnología y desarrollo: inter-relaciones teóricas y metodológicas*. Caracas: Nueva Sociedad, 1994.

VIOTTI, Eduardo B. **Indicadores de inovação tecnológica**: fundamentos, evolução e sua situação no Brasil. Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Paraná: Brasília, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2001.

VIOTTI, Eduardo B; MACEDO, Mariano de Matos. **Indicadores de ciência Tecnologia e inovação no Brasil**. Editora Unicamp, São Paulo, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução Ana Thorell; revisão técnica Cláudio Damascena. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WEILING, Liu. Prince of Patents. *ChinaBusiness*. China, 31 out. 2005. Disponível em: <http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2005-10/31/content_488953.htm>. Acesso em: 24 abr. 2014.

YU, Peter K. Building the Ladder: Three Decades of Development of the Chinese Patent System. *Legal Studies Research Paper Series*. Research Paper n. 12–30, 2013. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2159011>. Acesso em: 15 dez. 2013.

ZAGO, M. A.; DRUGOWICH, J. R. **USP E Unicamp em alta nos rankings**. Folha de São Paulo, A3, set. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saber/970530-usp-e-unicamp-estao-em-ranking-das-melhores-universidades-do-mundo.shtml>>. Acesso em: 27 jul. 2012.

ZHU, D. et al. **A process for mining science & technology documents database illustred for the case of knowledge Discovery and data mining**. Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 28, n. 1, jan. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651999000100002>. Acesso em: 27 jul. 2012.

ANEXOS

ANEXO A – Principais referências em Ciência, Tecnologia e Inovação

Descrição	Temas/Áreas	Informações
Eventos	International Conference of the International Society for Scientometrics and Infometrics	Evento ligado à Internacional Society for Scientometrics and Infometrics (ISSI), cujo objetivo é melhorar os padrões e práticas no campo da cientometria e infometria.
	International Conference on Science and Technology Indicators	Evento ligado à Internacional Society for Scientometrics and Infometrics abordando temas sobre os avanços e limitações dos indicadores de C,T&I. Seu público- alvo são gestores públicos, estudantes universitários, institutos de pesquisa, pesquisadores do setor de negócio dos campos de C&T.
	Reunião de Indicadores sobre Ciência e Tecnologia	Promovida pela Rede de Indicadores de Ciência e Tecnologia Ibero-Americana e Interamericana (RICYT), ligada ao Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento (CYTED), que visa à construção de um sistema de indicadores de C,T&I.
	Reunião de Indicadores sobre Ciência e Tecnologia em Saúde	Promovida pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPS/OMS) e pela rede de Indicadores de C&T em Saúde (RICTSAL).
Periódicos nacionais	Parcerias Estratégicas	Brasília, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
	Ciência da Informação	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia/MCT. Revista publicada pelo Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (IBBD).
Periódicos internacionais	Scientometrics	Springer Netherlands. Periodicidade de três volumes por ano. Idioma: inglês. Revista internacional que trata de todos os aspectos quantitativos da ciência, comunicação em ciência e política científica. É o periódico mais específico sobre indicadores e avaliação de C&T no mundo.
	Research Evaluation	Leiden. Ed. University of The Netherlands. Idioma: inglês. É publicada nos meses de abril, agosto e dezembro. Abrange desde projetos de pesquisa individuais até comparações de desempenho entre países.
	Science and Public Policy	Ed. Beech Tree Publising. Idioma: inglês. Publicada mensalmente, exceto em janeiro e setembro. Trata de política pública para ciência e suas implicações. Este periódico é voltado para professores e estudantes, gestores públicos, agências, consultoria e indústrias.
Grupos de pesquisas	Diretório de Grupo de Pesquisa (DGP)	Base de dados com cadastramentos de grupos de estudos de instituições de ensino e pesquisa. Faz parte da Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Redes	Redes de Indicadores de Ciência e Tecnologia Ibero-Americana e Interamericana (RICYT)	Todos os países da América, com Portugal e a Espanha, participam deste programa.
	Rede de Indicadores de Ciência e Tecnologia em Saúde (RICTSAL)	Iniciativa conjunta da Organização Pan-Americana da Saúde (OPS/OMS) e da Rede de Indicadores de Ciência e Tecnologia Ibero-Americana e Interamericana (RICYT). O objetivo é a criação de indicadores de C&T.
	Rede Internacional de fonte de formação e conhecimento para a gestão de C,T&I – Red SCienTI	Seu objetivo é contribuir para a gestão da atividade científica, tecnológica e de inovação. Está em cooperação com o Organismo Nacionais de Ciência e Tecnologia (ONCYTs), Organismos Internacionais de Ciência e Tecnologia (OICYTs), Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Conhecimento (GDIs) e Instituições Patrocinadoras (IPs) de 12 países da América Latina, entre os quais o Brasil.

Descrição	Temas/Áreas	Informações
Instituição Nacional	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)	Fundação vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), que promove desenvolvimento científico e tecnológico do país e contribui para a formação de pesquisadores em várias áreas do conhecimento e no financiamento de projetos de pesquisa.
	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)	Voltada para a expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os Estados da Federação, sua atuação traz importantes repercussões no campo educacional brasileiro e da C&T.
	Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)	Empresa pública vinculada ao MCT (promove e financia a inovação e a pesquisa científica e tecnológica): universidades, institutos tecnológicos, centros de pesquisa e outras instituições públicas ou privadas.
	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)	Agência de fomento à pesquisa científica e tecnológica. Concede auxílio à pesquisa e bolsas em todas as áreas de conhecimento e financia outras atividades de apoio à investigação, ao intercâmbio e à divulgação da C&T de São Paulo.
	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Apresenta, em seu banco de dados, informações sobre investimentos de diversos setores, incluindo a Pesquisa Industrial de Inovação (Pintec), realizada pelo IBGE com o apoio da Finep e MCT. Sua finalidade é a construção de indicadores nacionais e regionais das atividades de inovação tecnológica desenvolvidas nas empresas industriais brasileiras.
	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT)	Centro nacional de pesquisa, intercâmbio científico, formação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal científico: tem por finalidade contribuir com o avanço da ciência, da tecnologia e da inovação tecnológica para o país.
	Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)	Tem por finalidade principal executar, no âmbito nacional, as normas que regulam a propriedade industrial, além de possuir informações sobre patentes de empresas brasileiras.
	Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT)	Traz, em sua página da internet, documentos e divulga os indicadores nacionais de ciência e tecnologia.
Instituição Internacional	National Science Foundation (NSF)	Maior agência federal do governo dos Estados Unidos, criada para promover o progresso da ciência. Apresenta, em sua página, estatísticas de investimento, séries históricas, publicações, programas para projetos de pesquisa, com foco na análise de recursos e desenvolvimentos de novos indicadores de C&T.
	Institute for Scientific Information (ISI)	Empresa que fornece informações e permite análise sobre produção científica, como citação de artigo por outros autores.
	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	Apresenta, em sua página, informações sobre finanças e acompanhamento de pesquisa, anuários, estatística de ciências e documentos institucionais.
	Community Research & Development Information Service (CORDIS)	Serviço de informação da Comunidade Europeia com página na internet que traz informações sobre financiamento, política de pesquisa, instituições de inovação.
	Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)	Organização internacional e intergovernamental que agrupa os países mais industrializados da economia do mercado. Desenvolve atividades direcionadas para os aspectos da política econômica e social de seus países membros e tem papel importante na estruturação das agências nacionais votadas para C&T.
	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco)	Trabalha no desenvolvimento de conceitos, metodologias e técnicas para a construção de indicadores de ciência e tecnologia de alguns países.
Universidades	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Dispõe, em sua página da biblioteca virtual, nas áreas de biblioteconomia e ciência da informação, vários links para documentos, estudos e banco de dados, instituições de fomento, de pesquisa.
	Universidade Federal de	Dispõe, em sua página, informações sobre a atuação da instituição, em

Descrição	Temas/Áreas	Informações
	São Carlos (UFSCar)	especial do grupo de pesquisa em indicadores de C,T&I no NIT/Materiais.
Fundação de Amparo à Pesquisa	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)	Uma das principais agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica do país. Elabora estudos referentes à elaboração de indicadores de C,T&I para auxiliar na gestão de fomento nas políticas públicas para o Estado de São Paulo.

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO B – Principais Programas de Pós-Graduação no Brasil com Áreas de Pesquisa em Construção Civil – Engenharias I

Nome	IES	Nota		
		Mestrado	Doutorado	Profissionalizante
Construção Civil	UFMG	3	-	-
Construção Metálica	UFOP	-	-	3
Eficiência energética e sustentabilidade	UFMS	-	-	3
Engenharia Civil	UFAL	3	-	-
Engenharia Civil	UFAM	3	-	-
Engenharia Civil	UFES	3	-	-
Engenharia Civil	UFG	3	-	-
Engenharia Civil	UFV	4	4	-
Engenharia Civil	UFU	3	-	-
Engenharia Civil	UFOP	5	5	-
Engenharia Civil	CEFET/MG	3	-	-
Engenharia Civil	UFPA	3	-	-
Engenharia Civil	UFPE	4	4	-
Engenharia Civil	UNICAP	3	-	-
Engenharia Civil	FESP/UPE	3	-	-
Engenharia Civil	UEM	3	-	-
Engenharia Civil	UTFPR	3	-	-
Engenharia Civil	UFRJ	7	7	-
Engenharia Civil	UFF	3	3	-
Engenharia Civil	UERJ	4	4	-
Engenharia Civil	PUC-RIO	6	6	-
Engenharia Civil	UENF	4	4	-

Engenharia Civil	UFRN	3	-	-
Engenharia Civil	UFRGS	7	7	-
Engenharia Civil	UFSM	4	-	-
Engenharia Civil	UNISINOS	3	-	-
Engenharia Civil	UFSC	5	5	-
Engenharia Civil	FUFSE	3	-	-
Engenharia Civil	USP	5	5	-
Engenharia Civil	UNICAMP	4	4	-
Engenharia Civil	UNESP/IS	4	-	-
Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas)	USP/SC	7	7	-
Engenharia Civil (PPGEC)	UTFPR	3	-	-
Engenharia Civil (Recursos Hídricos)	UFC	5	5	-
Engenharia Civil e Ambiental	UEFS	3	-	-
Engenharia Civil e Ambiental	UFPB/J.P.	4	4	-
Engenharia Civil e Ambiental	UFCEG	3	-	-
Engenharia Civil e Ambiental	UFPE	3	-	-
Engenharia Civil e Ambiental	UPF	3	-	-
Engenharia Civil e Ambiental	UNESP/BA U	3	-	-
Engenharia Civil: Estruturas e construção civil	UFC	3	-	-
Engenharia de construção civil	UFPR	3	-	-
Engenharia de Edificações e ambiental	UFMT	3	-	-
Engenharia de Edificações e saneamento	UEL	3	-	-
Engenharia de Estruturas	UFBA	3	-	-

Engenharia de Estruturas	UFMG	4	4	-
Engenharia de recursos hídricos e ambiental	UFPR	5	5	-
Engenharia Geotécnica	UFOP	-	-	3
Engenharia Urbana	UEM	3	-	-
Engenharia Urbana	UFRJ	-	-	3
Engenharia Urbana	UFSCAR	3	3	-
Engenharia Urbana e Ambiental	PUC-RIO	-	-	3
Estruturas e Construção Civil	UNB	5	5	-
Estruturas e Construção Civil	UFSCAR	4	4	-
Geotecnia	UNB	6	6	-
Geotecnia	UFOP	4	4	-

Fonte: Capes (2014).

Nota: Dados adaptados pela autora.

ANEXO C – Categorias da Web of Science

N.º	Categorias da Web of Science (wc=)	N.º	Categorias da Web of Science (wc=)
1	Acoustics	31	Chemistry, Analytical
2	Agricultural Economics & Policy	32	Chemistry, Applied
3	Agricultural Engineering	33	Chemistry, Inorganic & Nuclear
4	Agriculture, Dairy & Animal Science	34	Chemistry, Medicinal
5	Agriculture, Multidisciplinary	35	Chemistry, Multidisciplinary
6	Agronomy	36	Chemistry, Organic
7	Allergy	37	Chemistry, Physical
8	Anatomy & Morphology	38	Classics
9	Andrology	39	Clinical Neurology
10	Anesthesiology	40	Communication
11	Anthropology	41	Computer Science, Artificial Intelligence
12	Archaeology	42	Computer Science, Cybernetics
13	Architecture	43	Computer Science, Hardware & Architecture
14	Area Studies	44	Computer Science, Information Systems
15	Art	45	Computer Science, Interdisciplinary Applications
16	Asian Studies	46	Computer Science, Software Engineering
17	Astronomy & Astrophysics	47	Computer Science, Theory & Methods
18	Automation & Control Systems	48	Construction & Building Technology
19	Behavioral Sciences	49	Criminology & Penology
20	Biochemical Research Methods	50	Critical Care Medicine
21	Biochemistry & Molecular Biology	51	Crystallography
22	Biodiversity Conservation	52	Cultural Studies
23	Biology	53	Dance
24	Biophysics	54	Demography
25	Biotechnology & Applied Microbiology	55	Dentistry, Oral Surgery & Medicine
26	Business	56	Dermatology
27	Business, Finance	57	Developmental Biology
28	Cardiac & Cardiovascular Systems	58	Ecology
29	Cell & Tissue Engineering	59	Economics
30	Cell Biology	60	Education & Educational Research
Nº	Categorias da Web of Science (wc=)	N.º	Categorias da Web of Science (wc=)

61	Education, Scientific Disciplines	93	Forestry
62	Education, Special	94	Gastroenterology & Hepatology
63	Electrochemistry	95	Genetics & Heredity
64	Emergency Medicine	96	Geochemistry & Geophysics
65	Endocrinology & Metabolism	97	Geography
66	Energy & Fuels	98	Geography, Physical
67	Engineering, Aerospace	99	Geology
68	Engineering, Biomedical	100	Geosciences, Multidisciplinary
69	Engineering, Chemical	101	Geriatrics & Gerontology
70	Engineering, Civil	102	Gerontology
71	Engineering, Electrical & Electronic	103	Health Care Sciences & Services
72	Engineering, Environmental	104	Health Policy & Services
73	Engineering, Geological	105	Hematology
74	Engineering, Industrial	106	History
75	Engineering, Manufacturing	107	History & Philosophy of Science
76	Engineering, Marine	108	History of Social Sciences
77	Engineering, Mechanical	109	Horticulture
78	Engineering, Multidisciplinary	110	Hospitality, Leisure, Sport & Tourism
79	Engineering, Ocean	111	Humanities, Multidisciplinary
80	Engineering, Petroleum	112	Imaging Science & Photographic
81	Entomology	113	Immunology
82	Environmental Sciences	114	Industrial Relations & Labor
83	Environmental Studies	115	Infectious Diseases
84	Ergonomics	116	Information Science & Library Science
85	Ethics	117	Instruments & Instrumentation
86	Ethnic Studies	118	Integrative & Complementary Medicine
87	Evolutionary Biology	119	International Relations
88	Family Studies	120	Language & Linguistics
89	Film, Radio, Television	121	Law
90	Fisheries	122	Limnology
91	Folklore	123	Linguistics
92	Food Science & Technology	124	Literary Reviews

Anexo C – Categorias da Web of Science (continuação)
 Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

Nº	Categorias da Web of Science e (wc=)	Nº	Categorias da Web of Science (wc=)
125	Literary Theory & Criticism	155	Metallurgy & Metallurgical Engineering
126	Literature	156	Meteorology & Atmospheric Sciences
127	Literature, African, Australian	157	Microbiology
128	Literature, American	158	Microscopy
129	Literature, British Isles	159	Mineralogy
130	Literature, German, Dutch,	160	Mining & Mineral Processing
131	Literature, Romance	161	Multidisciplinary Sciences
132	Literature, Slavic	162	Music
133	Management	163	Mycology
134	Marine & Freshwater Biology	164	Nanoscience & Nanotechnology
135	Materials Science, Biomaterials	165	Neuroimaging
136	Materials Science, Ceramics	166	Neurosciences
137	Materials Science, Characterization	167	Nuclear Science & Technology
138	Materials Science, Coatings & Films	168	Nursing
139	Materials Science, Composites	169	Nutrition & Dietetics
140	Materials Science, Multidisciplinary	169	Nutrition & Dietetics
141	Materials Science, Paper & Wood	170	Obstetrics & Gynecology
142	Materials Science, Textiles	171	Oceanography
143	Mathematical & Computational Biology	172	Oncology
144	Mathematics	173	Operations Research & Management
145	Mathematics, Applied	174	Ophthalmology
146	Mathematics Applications	175	Optics
147	Mechanics	176	Ornithology
148	Management	177	Orthopedics
149	Marine & Freshwater Biology	178	Otorhinolaryngology
150	Medical Laboratory Technology	179	Paleontology
151	Medicine, General & Internal	180	Parasitology
152	Medicine, Legal	181	Pathology
153	Medicine, Research & Experimental	182	Pediatrics
154	Medieval & Renaissance Studies	183	Peripheral Vascular Disease

Anexo C – Categorias da Web of Science (continuação)

Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

N.º	Categorias da Web of Science (wc=)	N.º	Categorias da Web of Science (wc=)
184	Pharmacology & Pharmacy	215	Radiology, Nuclear Medicine Imaging
185	Philosophy	216	Rehabilitation
186	Physics, Applied	217	Religion
187	Physics, Atomic & Molecular	218	Remote Sensing
188	Physics, Condensed Matter	219	Reproductive Biology
189	Physics, Fluids & Plasmas	220	Respiratory System
190	Physics, Mathematical	221	Rheumatology
191	Physics, Multidisciplinary	222	Robotics
192	Physics, Nuclear	223	Social Issues
193	Physics, Particles & Fields	224	Social Sciences, Biomedical
194	Physiology	225	Social Sciences, Interdisciplinary
195	Planning & Development	226	Social Sciences, Mathematical
196	Plant Sciences	227	Social Work
197	Poetry	228	Sociology
198	Political Science	229	Soil Science
199	Polymer Science	230	Spectroscopy
200	Primary Health Care	231	Sport Sciences
201	Psychiatry	232	Statistics & Probability
202	Psychology	233	Substance Abuse
203	Psychology, Applied	234	Surgery
204	Psychology, Biological	235	Telecommunications
205	Psychology, Clinical	236	Theater
206	Psychology, Developmental	237	Thermodynamics
207	Psychology, Educational	238	Toxicology
208	Psychology, Experimental	239	Transplantation
209	Psychology, Mathematical	240	Transportation
210	Psychology, Multidisciplinary	241	Transportation Science & Technology
211	Psychology, Psychoanalysis	242	Tropical Medicine
212	Psychology, Social	243	Urban Studies
213	Public Administration	244	Urology & Nephrology
214	Public, Environmental & Occupational	245	Veterinary Sciences

Anexo C – Categorias da Web of Science (continuação)
Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

N.º	Categorias da Web of Science (wc=)	N.º	Categorias da Web of Science (wc=)
246	Virology	248	Women's Studies
247	Water Resources	249	Zoology

Anexo C – Categorias da Web of Science (conclusão)

Fonte: ISI Web of Knowledge (2013).

ANEXO D – Classificação de Tecnologia da ISI-OST-INPI sobre os domínios e subdomínios tecnológicos de patentes

Classificação de Tecnologia da ISI-OST-INPI	
I. Electrical engineering	
1. Electrical machinery and apparatus electrical energy	F21; G05F; H01B, C, F, G, H, J, K, M, R, T; H02; H05B, C, F, K
2. Audio-visual technology	G09F, G; G11B; H03F, G, J; H04N-003,-005,-009,-013,-015,-017,R, S
3. Telecommunications	G08C; H01P, Q; H03B, C, D, H, K, L, M; H04B, H, J, K, L, M, N-001,-007,-011,Q
4. Information technology	G06; G11C; G10L
5. Semiconductors	H01L, B81
II. Instruments	
6. Optics	G02; G03B, C, D, F, G, H; H01S
7. Analysis, measurement, control technology	G01B, C, D, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R, S, V, W; G04; G05B, D; G07; G08B, G; G09B, C, D; G12
8. Medical technology	A61B, C, D, F, G, H, J, L, M, N
9. Nuclear engineering	G01T; G21; H05G, H
III. Chemistry, pharmaceuticals	
10. Organic fine chemistry	C07C, D, F, H, J, K
11. Macromolecular chemistry, polymers	C08B, F, G, H, K, L; C09D, J
12. Pharmaceuticals, cosmetics	A61K, A61P
13. Biotechnology	C07G; C12M, N, P, Q, R, S
14. Agriculture, food chemistry	A01H; A21D; A23B, C, D, F, G, J, K, L; C12C, F, G, H, J; C13D, F, J, K
15. Chemical and petrol industry, basic materials chemistry	A01N; C05; C07B; C08C; C09B, C, F, G, H, K; C10B, C, F, G, H, J, K, L, M, N; C11B, C, D
16. Surface technology, coating	B05C, D; B32; C23; C25; C30
17. Materials, metallurgy	C01; C03C; C04; C21; C22; B22, B82
IV. Process engineering, special equipment	
18. Chemical engineering	B01B, D (without -046 to -053), F, J, L; B02C; B03; B04; B05B; B06; B07; B08; F25J; F26
19. Materials processing, textiles	A41H; A43D; A46D; B28; paper B29; B31; C03B; C08J; C14; D01; D02; D03; D04B, C, G, H; D05; D06B, C, G, H, J, L, M, P, Q; D21
20. Handling, printing	B25J; B41; B65B, C, D, F, G, H; B66; B67
21. Agricultural and food processing, machinery and apparatus	A01B, C, D, F, G, J, K, L, M; A21B, C; A22; A23N, P; B02B; C12L; C13C, G, H
22. Environmental technology	A62D; B01D-046 to -053; B09; C02; F01N; F23G, J
V. Mechanical engineering, machinery	
23. Machine tools	B21; B23; B24; B26D, F; B27; B30
24. Engines, pumps, turbines	F01B, C, D, K, L, M, P; F02; F03; F04; F23R
25. Thermal processes and apparatus	F22; F23B, C, D, H, K, L, M, N, Q; F24; F25B, C; F27; F28
26. Mechanical elements	F15; F16; F17; G05G
27. Transport	B60; B61; B62; B63B, C, H, J; B64B, C, D, F
28. Space technology, weapons	B63G; B64G; C06; F41; F42
VI. Consumption	
29. Consumer goods and equipment	A24; A41B, C, D, F, G; A42; A43B, C; A44; A45; A46B; A47; A62B, C; A63; B25B, C, D, F, G, H; B26B; B42; B43; B44; B68; D04D; D06F, N; D07; F25D; G10B, C, D, F, G, H, K
30. Civil engineering, building, mining	E01; E02; E03; E04; E05; E06; E21

Fonte: Schmoch (2008).